

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RESPUESTA ESTIVAL DE *Festuca arundinacea*,
Paspalum dilatatum, *Paspalum notatum* y *Pennisetum
purpureum* cv *Mott* AL RIEGO SUPLEMENTARIO**

por

**Milagros ARCE PINATTO
Patricia FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
Sara RICCETTO AGUIRREZABALA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. M. Sc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. M. Sc. Luis Giménez

Ing. Agr. Daniel Formoso

Fecha: 15 de mayo de 2013

Autores:

Milagros Arce Pinatto

Patricia Fernández Fernández

Sara Ricetto Aguirrezabala

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos día a día las fuerzas y el entusiasmo necesario para poder realizar esta tesis.

A nuestros tutores, Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano, Ing. Agr. M. Sc. Ramiro Zanoniani e Ing. Agr. M. Sc. Luis Giménez por permitirnos el desarrollo de esta tesis y la disponibilidad incondicional.

A nuestras familias, compañeros y amigos por el apoyo brindado.

A nuestros novios por la gran ayuda principalmente en la parte práctica de la tesis.

.Al personal de la EEMAC.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES.....	3
2.1.1 <u><i>Pennisetum purpureum</i></u>	3
2.1.2 <u><i>Pennisetum purpureum</i> cv Mott</u>	7
2.1.3 <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	9
2.1.4 <u><i>Paspalum dilatatum</i> subsp. <i>dilatatum</i></u>	11
2.1.5 <u><i>Paspalum notatum</i> cv Pensacola</u>	14
2.2 RESPUESTA AL RIEGO DE LAS DIFERENTES ESPECIES.....	16
2.2.1 <u>Respuesta al riego de <i>Festuca arundinacea</i></u>	17
2.2.2 <u>Respuesta al riego de <i>Paspalum notatum</i></u>	20
2.2.3 <u>Respuesta al riego de <i>Paspalum dilatatum</i></u>	20
2.2.4 <u>Respuesta al riego de <i>Pennisetum purpureum</i></u>	21
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	29
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	29
3.1.1 <u>Localización y duración del período experimental</u>	29
3.1.2 <u>Descripción del sitio experimental</u>	29
3.1.3 <u>Antecedentes del sitio experimental</u>	30
3.1.4 <u>Fertilización: dosis y momento</u>	30
3.1.5 <u>Diseño experimental y tratamientos</u>	30
3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	31
3.2.1 <u>Cortes: frecuencia y momento</u>	31
3.2.1.1 Metodología de corte.....	32
3.2.2 <u>Procesamiento de muestras en el laboratorio</u>	32
3.2.3 <u>Medición, metodología de corte y conteo de macollos</u>	33
3.2.4 <u>Riego</u>	33
3.2.4.1 Metodología de riego.....	33
3.2.4.2 Criterio de riego.....	34

3.2.4.3 Criterio para elaboración del balance hídrico.....	34
3.2.4.4. Momentos de riego y milímetros aplicados.....	35
3.3 HIPÓTESIS.....	36
3.3.1 <u>Hipótesis biológicas</u>	36
3.3.2. <u>Hipótesis estadísticas</u>	36
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u>	36
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	38
4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	38
4.1.1 <u>Temperatura</u>	38
4.1.2 <u>Precipitación</u>	40
4.1.3 <u>Precipitación y agua agregada</u>	40
4.1.4 <u>Radiación solar</u>	41
4.1.5 <u>Agua disponible en el suelo</u>	43
4.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	48
4.2.1 <u>Producción de materia seca total acumulada</u>	48
4.2.2 <u>Producción de materia seca total según período seco- lluvioso</u>	50
4.2.3 <u>Producción de materia seca total según periodo de corte</u>	52
4.3 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL DE MALEZAS.....	55
4.4 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LÁMINA MÁS TALLO.....	57
4.4.1 <u>Producción de materia seca de las fracciones lámina y tallo</u> ..	59
4.4.1.1 Producción de materia seca de lámina, de tallo y de lámina más tallo según periodo seco- lluvioso.....	63
4.4.1.2 Producción de materia seca de lámina y de tallo y de lámina más tallo según fecha de corte.....	66
4.5 DENSIDAD DE MACOLLOS SEGÚN ESPECIE.....	72
4.5.1 <u>Peso de macollos según especie</u>	76
4.5.2 <u>Partición de macollos en lámina y tallo/vaina</u>	77
4.6 RELACIÓN MILÍMETROS Y PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL.....	78
4.7 RELACIÓN ENERGÍA FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL.....	80
4.8 CONSIDERACIONES FINALES.....	81

5. <u>CONCLUSIONES</u>	84
6. <u>RESUMEN</u>	85
7. <u>SUMMARY</u>	86
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	87
9. <u>ANEXOS</u>	97

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Fechas de riego y milímetros aplicados.....	35
2. Producción total acumulada según especie.....	48
3. Producción de materia seca total acumulado por especie, según nivel de agua.....	48
4. Producción de materia seca total promedio por período según especie.....	50
5. Producción de materia seca total por especie, según período seco y lluvioso.....	50
6. Producción de materia seca total acumulada promedio por periodo, para cada especie según nivel de agua.....	51
7. Producción de materia seca total promedio por período de corte para cada especie, según nivel de agua.....	5
8. Producción de materia seca total por período de corte según especie.....	53
9. Producción de materia seca total promedio para cada período de corte según especie.....	54
10. Producción de materia seca promedio de las especies según período corte.....	54
11. Enmalezamiento expresado en kg/ha de MS según especie.....	55
12. Producción de materia seca en kg/ha de lámina más tallo según especie.....	57
13. Componentes del total de materia seca acumulado en el período evaluado según especie.....	59
14. Porcentaje de lámina más tallo en relación a la producción total, por especie según nivel de agua y fecha de corte.....	61
15. Tasa de crecimiento de lámina en kg/ha/día, por especie según nivel de agua.....	62
16. Tasas de crecimiento de lámina más tallo, expresadas en kg/ha/día de MS, según especie.....	62
17. Producción de lámina, tallo y lámina más tallo por período seco y lluvioso según especie.....	64
18. Tasa de crecimiento en kg/ha/día de MS según especie y periodo.....	65
19. Producción en kg/ha de MS de lámina por especie según nivel	

de agua, promedio por periodo de corte.....	66
20. Producción de materia seca de lámina más tallo en los 4 períodos de corte.....	67
21. Tasa de crecimiento de lámina más tallo en kg/ha de MS, según período de corte para cada especie.....	68
22. Producción en kg/ha de MS de lámina por especie según fecha de corte.....	69
23. Tasa de crecimiento de lámina en kg/ha de MS para cada especie según período de corte.....	70
24. Porcentaje de lámina en relación al total lámina más tallo, para cada especie según fecha de corte.....	71
25. Porcentaje de lámina por fecha de corte según nivel de agua.....	71
26. Producción en kg/ha de MS de tallo por especie según período de corte.....	72
27. Densidad de macollos por m ² según especie.....	73
28. Disminución de la población de macollos entre el primer y segundo año, expresado en porcentaje.....	75
29. Peso promedio por macollo (g) y peso de sus componentes (g) según especie.....	76
30. Porcentaje de tallo y lámina según especie.....	78
31. Resultados del análisis de regresión entre producción de materia seca y milímetros, para las diferentes especies y fracciones según período.....	79
32. Gramos de materia seca producidos por unidad energía (MJ PAR incidente) según período de corte*nivel de agua.....	80
33. Gramos de materia seca producidos por unidad energía (MJ PAR incidente) según período de corte*especie.....	81

Figura No.

1. Croquis del área experimental.....	31
2. Temperaturas máximas, medias y mínimas del período de evaluación (2011-2012), año anterior (2010-2011) y la serie histórica (1961-1990).....	38
3. Precipitaciones del período de evaluación (2011-2012) y año anterior (2010-2011) y la serie histórica (1961-1990).....	40
4. Régimen de precipitaciones, momento y niveles de riego suplementar en mm.....	41
5. Radiación total acumulada por corte y período, medida en MJ/m ²	42
6. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para <i>P.notatum</i>	43
7. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para <i>P.dilatatum</i>	45
8. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para <i>P.purpureum</i>	46

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay se caracteriza por presentar un clima de alta variabilidad con períodos de déficit hídrico a veces muy importantes durante los meses de verano debido a las altas evapotranspiraciones que se dan en estos meses. En promedio, el contenido de agua disponible del suelo en este período no satisface la demanda de los cultivos y pasturas, lo cual afecta directamente la producción de cultivos anuales y la persistencia de especies perennes.

La capacidad de almacenaje de agua de nuestros suelos oscila entre 60-180 mm de agua disponible, lo cual representa en el mejor de los casos el 50% de aporte para la persistencia y/o producción de materia seca en cantidad y calidad de algunas forrajeras utilizadas en nuestros sistemas de producción.

Las precipitaciones medias en todo nuestro país oscilan en los 1300mm. De ellos, el 3,9% es potencialmente aprovechable ya que se encuentra en represas, ríos y arroyos. La superficie regada en Uruguay se encuentra entre las 225000 270000 hectáreas, lo cual representa únicamente un 2% de la superficie total del país (DINAGUA, citado por URUGUAY. MGAP, 2013).

La variabilidad interanual del clima afecta la productividad y estabilidad de los sistemas de producción, los cuales sin la inclusión de riego son totalmente dependientes del régimen de precipitaciones.

La investigación en riego en el Uruguay para cultivos extensivos del área agrícola y pasturas es escasa, a excepción del cultivo de arroz, pero existe una fuerte demanda por la temática.

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar el efecto de dos niveles de riego (M1, M2) y un testigo (M3) sobre la producción y composición de la materia seca y el número de macollos al segundo año de producción de tres gramíneas C4, perennes estivales: *Paspalum dilatatum* subsp. *dilatatum*, *Paspalum notatum* var. *Saurae* cv. Pensacola, *Pennisetum purpureum* cv. Mott, y una gramínea perenne invernal C3: *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, en su segundo año de producción.

Los objetivos específicos constan en evaluar producción de forraje aéreo y su composición estructural: lámina, tallo, malezas y restos secos. Además, medir cómo se afecta la estructura poblacional de macollos y el peso de los mismos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES

2.1.1 *Pennisetum purpureum*

El pasto elefante es una gramínea perenne estival C4, originaria de África tropical, en la faja comprendida entre las latitudes 10 grados Norte y 20 grados Sur (De Souza, 1991). Pertenece a la Tribu Paniceae (Jacques, 1990), robusta, con vigoroso sistema radicular: algunas veces estolonífera con rizoma rastrero; tallos de 1,8-3,0 m de altura, aunque puede llegar a 6 m de altura.

Las hojas presentan un ancho de 20 a 40 mm, con márgenes engrosadas y lustrosas. La floración puede ocurrir a partir de noviembre. La inflorescencia es una espiga falsa con barba de hasta 30 cm de longitud, compacta, de color pardo amarillento, más raramente purpúrea (Chippendall, citado por Skerman y Riveros, 1992). La producción de semilla es rara por ser una planta protogénica, lo que significa que el estigma se desarrolla, marchita y muere antes de la maduración de las anteras, además en nuestras condiciones no produce semilla (Bemhaja, 2000). Por esta razón el pasto elefante se propaga casi exclusivamente por vía vegetativa, utilizándose principalmente tallos enteros o fraccionados (Carvalho y Mozzer, 1971), aunque también puede ser multiplicado por trozos de tallos enraizados (plantines) y en algunos casos, como cultivares híbridos recientemente lanzados, por semillas (Rodrigues et al., 1984).

La temperatura óptima para su crecimiento oscila entre 25 y 40 °C (Russell y Webb, citados por Skerman y Riveros, 1992) y una mínima de 15 °C, aunque según Jacques (1990), tolera temperaturas de hasta 10° C. Es susceptible a las heladas, las cuales ocasionan la muerte de la parte aérea,

cuyo crecimiento a partir de la primavera es realizado a expensas de las reservas acumuladas en la base de la planta (De Souza, 1991). Crece mejor en zonas de altas precipitaciones, de más de 1500 mm anuales, pero su sistema radicular profundo le permite sobrevivir en épocas de seca (Skerman y Riveros, 1992). Según Carámbula (2007), no tolera sequías prolongadas porque el mayor volumen radicular se encuentra en los primeros 15 cm de profundidad. Según Barreto et al., citados por Cáceres y Martinelli (2010), el pasto elefante puede soportar períodos de seca pero el crecimiento es poco o nulo durante éstos, recuperándose rápidamente con el inicio de las lluvias.

No resiste las inundaciones, crece mejor en suelos fértiles y profundos, que permiten a sus raíces acumular nutrientes. Presenta baja adaptación a altos niveles de aluminio (Gomide, 1990). Los suelos arcillosos friables son preferibles.

Una de sus ventajas es su tolerancia a plagas y enfermedades; y posee buena capacidad de competencia con malezas (Skerman y Riveros, 1992).

La época de plantación varía de fines de primavera a fines de verano (Gomide, 1990). Carámbula (2007) recomienda para las condiciones de Uruguay, la siembra por rizoma aunque también puede instalarse por macollas o esquejes, entre fines de agosto y fines de octubre. En cuanto al método de plantación, se obtienen mejores resultados cuando es en surcos y con tallos enteros, con o sin hojas (Carvalho y Mozzer, 1991). La distancia entre surcos varía entre 0,8 y 1 m, ya que un espaciamiento mayor facilitaría la aparición de malezas y generalmente las máximas productividades se obtienen con altas densidades de plantación combinadas con el uso de fertilización (Gomide, 1990).

Al ser una gramínea forrajera de alta producción es esperable una alta respuesta a la fertilización (Bemhaja, 2000). Nutrientes como N, K y S se identifican como limitantes para la producción de elevados rendimientos (Monteiro, 1990). La fertilización con nitrógeno favorece el crecimiento del área foliar (Paciullo et al., 1998) y la tasa de acumulación de materia seca, aumentando la intercepción de radiación solar (Lemair et al., 1984). En Tabago, Antillas Menores, un cultivo de pasto elefante extrajo 463 kg de nitrógeno, 96 kg de fósforo y 594 kg de potasio por hectárea por año (Falade, citado por Skerman y Riveros, 1992). Se obtienen en general buenas respuestas con aplicaciones abundantes de nitrógeno (Walmsley et al., citados por Skerman y Riveros, 1992), especialmente en el tercer año y los años subsiguientes (Vicente-Chandler et al., citados por Skerman y Riveros, 1992).

En cuanto a la calidad, esta varía en función de la edad, parte de la planta a utilizar (lámina o tallo), época del año y fertilidad del suelo Andrade et al., citados por Cáceres y Martinelli (2010). De Mello et al. (1998), encontraron una gran variación en los valores de digestibilidad, los que oscilan entre 52 y 71 %. Ferreira et al. (2002), resaltan el efecto positivo que tiene la fertilización nitrogenada en mejorar la calidad de la pastura del pasto elefante y señalan que los valores de proteína bruta de hojas aumentan significativamente con los niveles de nitrógeno y tiene un efecto lineal. Dichos autores encontraron una variación de porcentajes de proteína bruta desde 14,4% a 18,4%.

Las presiones de pastoreo entre 3 y 12 kg MS/100 kg PV no modificaron los niveles de Ca, P, Mg, K y Mn en el pasto elefante enano. Este estudio sugiere que los bovinos en pastoreo con pasto elefante enano, con excepción de Zn, no deben presentar deficiencias minerales ya que el pasto cubre los requerimientos de los animales independientemente de las presiones de

pastoreo utilizadas de acuerdo con las recomendaciones de Mc Dowell, citado por Clavero et al. (2000).

Con respecto al manejo de la pastura, Veiga, citado por Lopes et al. (2002) recomienda: mantener el mayor número posible de puntos de rebrote, a partir de los cuales se dará la acumulación de forraje; optimizar la calidad del forraje producido, manteniendo al rebrote en los límites de alcance para los animales y en una densidad adecuada; garantizar que el manejo no comprometa la persistencia de la pastura. Skerman y Riveros (1992), sostienen que para garantizar la productividad y reducir la selectividad animal el pastoreo debe ser rotativo en vez de continuo. Bemhaja (2000), Carámbula (2007), sostienen que el manejo del pastoreo debe ser cuidadoso, manteniéndose las plantas a no más de 1,20 m de altura y dejando remanentes superiores a los 0,30 m con buenas fertilizaciones nitrogenadas. Según Paciullo et al. (2000), la altura del remanente afecta el índice de área foliar. Cortes dejando 0,80 m de remanente respecto a 0,50 m, contribuye a un mayor cuidado de los meristemos apicales, lo cual permite un gran crecimiento foliar de las pasturas luego del corte y genera un mayor IAF. La tasa de crecimiento foliar de pasto elefante aumenta cuando las presiones de pastoreo son bajas y los ciclos de pastoreos son largos (Veiga et al., citados por Cáceres y Martinelli, 2010).

En cuanto a las ganancias de peso por hectárea, se obtuvieron, según Almeida et al. (2002), un promedio de 0,829, 1,011, 1,042 y 1,034 kg/día, con ofertas de forraje de 3,8, 7,5, 10,2 y 14% con el cultivar Mott, en novillos de 8 a 10 meses de edad, cruza entre razas Charolais y Nelore.

La producción de pasto elefante varía según la zona geográfica de donde se obtiene la información. Datos nacionales, obtenidos por Cáceres y Martinelli (2010) registraron rendimientos variables según cultivar, que van desde los

6933 kg/ha de MS para el cultivar Mott, a 14315 kg/ha de MS para INIA Lambaré en un período de evaluación de 159 días. En Australia se han registrado rendimientos de 21735 kg/ha. En Alabama, EEUU se obtuvieron rendimientos de 6000 a 10500 kg/ha de MS (Skerman y Riveros, 1992). En Brasil, se registraron rendimientos de más de 50000 kg/ha de MS, con tasas de acumulación de 170 y 100 kg/ha/día de MS para el período lluvioso y el seco respectivamente (Valentim et al., citados por Cáceres y Martinelli, 2010).

2.1.2 *Pennisetum purpureum* cv Mott

El pasto elefante inicialmente fue registrado como “TIFT N 75” por Hanna y Monson (1988) y posteriormente fue denominado cultivar Mott por Sollenberger et al. (1989). Y fue seleccionado en 1977 a partir de una progenie de un híbrido Merkeron, producto de un cruzamiento de alto porte y materiales con un gen “dwarf” (Setelich, 1999).

Este cultivar puede alcanzar una altura de 1,6 m en estado vegetativo. Al tratarse de una especie heterocigota, la producción de plantas debe ser de forma vegetativa. Presenta buena tolerancia al frío. Su rendimiento de materia seca es inferior comparado con los de alto porte, registrándose valores de 15000 kg/ha/año de MS, pero se destaca por una elevada relación hoja/tallo (Sollenberger et al., 1989).

En cuanto a la calidad, el mismo autor cita valores de 75 y 71% de digestibilidad “in vitro” (DIVMO) y 14 a 13,5 % de proteína bruta (PB) respectivamente, para rebrotes de 35 y 70 días respectivamente.

Las matas de este cultivar pueden alcanzar un diámetro hasta 1 m, alcanzando hasta 120 macollos/mata. Las matas se difunden por crecimiento lateral de los nudos o por medio de rizomas cortos y carnosos. Los tallos tienen hasta 20 entrenudos cortos. Presenta hojas largas, que van desde 30 a 120 cm de longitud y de 1 a 5 cm de ancho (Skerman y Riveros, 1992).

Con respecto a la producción de forraje, resultados obtenidos por Montejo et al. (1996), destacan la alta producción de forraje, siendo los rendimientos experimentales nacionales de 30000 kg/ha/año de MS.

Almeida et al. (1997), trabajando con cv. Mott a diferentes ofertas de forraje obtuvieron tasas de acumulación de materia seca de 52,9 a 70,4 kg/ha/día de MS utilizando un período de descanso de 28 días.

Santos et al., citados por Araújo et al. (2009), evaluaron la productividad del cultivar Pioneiro, Mott, Mombaca, Tanzania y Marandu en intervalos de corte de 35 días y encontraron mejores resultados con el cv. Pioneiro y las tasas de acumulación de MS encontradas fueron de 210; 150,8; 160,8; 149,4; y 157,1 kg/ha/día, respectivamente para los cultivares mencionados anteriormente.

Derez et al., citados por Araújo et al. (2009), observaron producciones de materia seca de pasto elefante de porte alto para períodos de descanso de 30, 36 y 45 días de 11460, 12803, 14190 kg/ha respectivamente. Una probable explicación es debido a la acción del pisoteo de los animales sobre pastoreo. Otra explicación puede ser debido a la mayor adaptación de genotipos de porte bajo a la defoliación cuando son comparados con cultivares de porte alto, los cuales son más perjudicados por la eliminación del meristema apical.

2.1.3 Festuca arundinacea

F. arundinacea es una de las gramíneas perenne invernada más usada en el país (Formoso, 2010). Es de hábito de crecimiento cespitoso a rizomastoso. Se adapta a un amplio rango de suelos, comportándose mejor en suelos medios a pesados, y tolera suelos ácidos y alcalinos (Langer, 1981). Puede sobrevivir en suelos con un rango de pH de 4,5 a 9,5 (Sleper y Buckner, 1995).

Existe variabilidad genética en cuanto a la morfología de los rizomas. La *F. arundinacea* presenta rizomas largos que le confieren a la planta resistencia a la sequía y al calor (De Battista y Bouton, citados por Barnes et al., 1995).

La persistencia de la festuca depende del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera y de un manejo cuidadoso del pastoreo que no afecte desfavorablemente el rebrote de otoño (Carámbula, citado por Formoso, 2010). El rebrote vegetativo a menudo cesa durante el verano ante condiciones de calor y sequía, retomando el crecimiento en el otoño. Se destaca por su crecimiento otoñal y por su tolerancia a las heladas, brindando buena calidad de forraje para el pastoreo de invierno (Barnes et al., 1995).

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita la planta (García, citado por Carámbula, 2007).

Según Cowan, citado por Carámbula (2007), la festuca tiene como desventaja la lenta implantación debido a que sus plántulas son muy poco

vigorosas, siendo fácilmente dominadas por especies anuales de crecimiento rápido. Esto puede deberse a la baja movilización de las reservas de la semilla y en consecuencia el lento crecimiento de la raíz. Otras desventajas serían la falta de resiembra natural, susceptibilidad variable a roya y la palatabilidad variable según cultivar y manejo.

Según Sleper y Buckner (1995), la festuca produce aproximadamente dos tercios de su crecimiento anual en la primavera durante la elongación del tallo.

Dada su alta producción y a su rebrote rápido, esta especie necesita disponer de muy buena fertilidad, si se quieren aprovechar sus características más sobresalientes (Carámbula, 2010). Por lo que necesita un suministro de nitrógeno importante.

Admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes. Según Matches, citado por Sleper y Buckner (1995), un pastoreo bien establecido sería con una intensidad de 5-10 centímetros. El macollaje es promovido por una defoliación frecuente (Sleper y Nelson, citados por Sleper y Buckner, 1995).

En Uruguay, en INIA La Estanzuela, ha sido creada la variedad sintética Tacuabé, de uso público, para mejorar tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, material hasta ese entonces más usado comercialmente en el país. Los tres objetivos de mejoramiento seguidos con relación al k 31 fueron aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto al trébol blanco. Se lograron además ventajas en la producción estacional de forraje de 49% en otoño y de un 22% en primavera, además de

una relación adecuada en sus mezclas con trébol blanco y una persistencia productiva muy destacable (Formoso, 2010).

Según Carámbula (2007), la festuca se mantendrá verde siempre que disponga de buena humedad. En el verano la falta de agua limita su crecimiento más que las temperaturas elevadas. Su sistema radicular fibroso y profundo le permite obtener agua de horizontes profundos.

En cuanto a su producción, según resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras, los rendimientos obtenidos para *F. arundinacea* sembrada en el 2011 son variables localidad. Para La Estanzuela - Colonia, en el primer año es de 7977 kg MS/ha, en el segundo 13466 kg MS/ha y en el tercer año es de 4989 kg MS/ha. En cambio para la localidad de Salto, la producción obtenida fue 2416 kg MS/ha el primer año, y en el segundo 2952 kg MS/ha.

2.1.4 *Paspalum dilatatum* subsp. *dilatatum*

El *Paspalum dilatatum*, pata de gallina o pasto miel, es nativo de Sudamérica originario del área del noreste de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (Burson y Watson, 1995). Es uno de los géneros de Paniceae más importantes dentro del tapiz natural de Uruguay (Pizarro, 2002).

Se trata de una especie C4 de ciclo de producción perenne estival, hábito de crecimiento rizomatosa a cespitosa. Si bien aparece en campos vírgenes y su presencia es común en rastrojos, no es una especie agresiva (Rosengurtt, citado por Carámbula, 2007). Se trata de una especie de tipo productivo fino.

Según Rosegurt, Bennett y Bashaw, citados por Pizarro (2002), algunas especies de *Paspalum* reúnen todas las características deseables de una planta forrajera.

Es una especie que se adapta bien a condiciones edáficas y un amplio rango de condiciones del suelo, siendo tolerante a la humedad excesiva y al mismo tiempo resiste sequías moderadas (Rosegurt, citado por Carámbula, 1977), lo cual en parte, es debido a su extenso y profundo sistema radicular (Judd, citado por Pizarro, 2002).

Su periodo productivo va desde octubre hasta mayo, la floración desde noviembre hasta principios de otoño y sazona desde diciembre hasta mayo (Rosegurt, 1970). Según García, citado por Carámbula (2007), uno de sus principales inconvenientes es el bajo porcentaje de semillas llenas, debido al bajo porcentaje de germinación. Este autor sostiene que es debido al ataque del hongo *Claviceps paspali* y a las condiciones ambientales durante la floración. También observó que la humedad en el suelo y el fotoperíodo son las variables que están más relacionadas con la producción de semilla.

La fecha de siembra puede ser tanto en otoño como en primavera, siempre y cuando se realice temprano. Si bien las mejores condiciones se dan en agosto, donde las temperaturas en aumento favorecen el rápido desarrollo de plántulas y una buena implantación, las siembras de otoño (marzo a abril), facilitan su inclusión en mezclas forrajeras de ciclo invernal. Si bien presenta una lenta implantación, generalmente su persistencia es excepcional. Al ser de lenta implantación favorece el desarrollo de otras especies de mayor vigor (Carámbula, 2007). Sin embargo, una vez implantada compete bien con otras

especies dada su capacidad alelopática (Tukey, Remison y Snaydon, Thom et al., citados por Pizarro, 2002).

Se adapta bien a suelos limosos, pobremente drenados y a suelos arcillosos (Burson y Watson, 1995). El *Paspalum dilatatum* resiste sequías y tolera excesos hídricos gracias a su sistema radicular extenso fuerte y profundo. Las bajas temperaturas del otoño no matan las plántulas del *Paspalum* (Carámbula, 2007).

En cuanto a la fertilización nitrogenada se observa respuesta hasta 150 kg/ha de nitrógeno para suelos arenosos, mientras que para suelos más pesados hasta 225 kg/ha de nitrógeno (Wilkinson y Langdale, citados por Burson y Watson, 1995).

Para mantener la calidad se requieren manejos intensos y frecuentes. Resiste bien al pisoteo y el pastoreo gracias a que sus yemas están ubicadas por debajo del nivel del suelo. El rebrote se da a partir del contenido de reservas y más que por la superficie foliar remanente (Lovvorn, Mitchell y Soper, Watson y Ward, citados por Carámbula, 2007). Dependiendo del estado de madurez de la planta, la fertilidad del suelo y las condiciones ambientales, el rango de digestibilidad varía de 57% a 63% y de 4,4% a 23,2% de proteína cruda (Committee on Animal Nutrition and Feed Composition, citado por Burson y Watson, 1995). Coup y Dunlop, Minson, Dirven y Denum, Alvarez, citados por Pizarro (2002), señalan rangos de digestibilidad de materia seca entre 46% y 70% lo que está relacionado con su alta relación hoja:tallo.

El manejo debe favorecer la eliminación de macollas reproductivas para incrementar el proceso de macollaje y permitir una mayor persistencia y calidad de la materia seca. Si se logra un correcto manejo se obtiene forraje de buena

calidad capaz de cubrir los requerimientos de diferentes producciones animales (Carámbula, 2007).

Según Carámbula (2007), es una especie de gran productividad, que ofrece forraje en época de deficiencia como la estival. Dada su excelente persistencia le brinda a las praderas longevidad y un mejor equilibrio entre gramíneas y leguminosas, disminuyendo la infestación de malezas.

Posee una tasa de crecimiento diaria de 7, 3,4 y 6,6 kg/ha/día de materia seca en el otoño, invierno y primavera respectivamente (Coirolo et al., citados por Pizarro, 2002). Esta especie puede producir entre 10 y 16 tt/ha de MS (Formoso y Allegri, Alvarez, citados por Pizarro, 2002).

2.1.5 *Paspalum notatum* cv Pensacola

Es una gramínea C4, perenne estival, originaria de Sudamérica y ampliamente distribuida en Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil e India Occidental (Scott, citado por Burson y Watson, 1995).

El pasto Bahia, Bahiagrass o pasto horqueta tiene un hábito de crecimiento estolonífero, de estolones alargados y gruesos. Su tipo productivo es tierno a fino.

Su floración se da desde noviembre o diciembre y sazona desde enero hasta marzo o abril (Rosengurtt et al., 1970) y se establece por semilla (Burson y Watson, 1995).

Al ser una gramínea agresiva y de sistema radicular profundo (Pizarro, 2002), se adapta a suelos muy variados, en lugares secos y húmedos, más aún que el pasto miel (*Paspalum dilatatum*). También se adapta bien a suelos con alta saturación de aluminio y ph 4,5 (Pizarro, 2002). Es frecuente en algunas zonas de suelo arenoso (Rosengurtt et al., 1970). A pesar de que se adapta a suelos de baja fertilidad responde bien a las aplicaciones de N y K (Ball et al., citados por Pizarro, 2002).

Su amplia difusión se debe además a su capacidad de establecerse por semilla, su resistencia a la invasión de malezas (no siendo así cuando es plántula) y por ser relativamente libre al daño de insectos y enfermedades. Puede persistir y producir moderados rendimientos en suelos de baja fertilidad y soporta defoliaciones intensas (Burson y Watson, 1995).

Sus usos más comunes son para pasturas permanentes y en menor proporción para la producción de heno debido a que su morfología y hábito de crecimiento no permiten una eficiente cosecha del forraje dejando aproximadamente un 60% sin cortar (Beaty et al., citados por Burson y Watson, 1995). Se usa también para el control de la erosión en taludes de vías y campos de recreación (Pizarro, 2002).

Para su plantación debe prepararse adecuadamente la cama de siembra con una profundidad de siembra de 0,6 a 1,25 cm. Si bien la fecha de siembra puede ser en el verano, ésta tiene altas infestaciones de malezas, por lo que generalmente se siembra en primavera luego de las últimas heladas a una densidad de siembra de 11 a 17 kg/ha (Burson y Watson, 1995).

Flores et al., citados por Pizarro (2002), encontraron que *Paspalum notatum* y *Pennisetum purpureum* cv. Mott tienen características parecidas de

consumo por animales y calidad de heno. Rodríguez et al., citados por Pizarro (2002), encontraron que la planta entera de *P. notatum* alcanza valores de 59% de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

En cuanto a producción, Sollenberger et al. (1989), encontraron una ganancia de peso vivo animal de 0,380 kg/animal/día en pasturas de esta especie.

2.2 RESPUESTA AL RIEGO DE ESPECIES FORRAJERAS

Con el uso del riego el factor agua ya no es más limitante para la producción de forraje, de modo que la producción estacional dependerá de la disponibilidad de nutrientes y la aireación del suelo, el potencial genético de la planta, la radiación solar y la temperatura (Alencar et al., 2009).

El estrés por agua de las plantas puede ser el primer inhibidor de la producción de forraje durante los periodos de primavera, donde la temperatura se vuelve favorable para el crecimiento de las mismas (Mansfield et al., 1990).

La inclusión de la tecnología de riego suplementario en los sistemas de producción a nivel nacional, ha tenido un crecimiento al volverse una práctica rentable debido al incremento del precio de la tierra, de los insumos y los productos agropecuarios (García, 2012). La importancia de esta práctica estaría apuntada a disminuir los déficit hídricos en el período estival, los cuales afectan negativamente en la productividad del ecosistema al reducir las poblaciones de especies forrajeras y por ende su producción (Giorello et al., 2012).

Existen diversos sistemas de riego disponibles para cultivos y pasturas, y su adaptabilidad dependerá de la situación productiva que se presente, la cual estará determinada por el tipo de suelo, la topografía, la fuente de agua, el cultivo, la mano de obra, la energía y el productor.

Dentro de los principales sistemas de riego, se encuentran los riegos por superficie y los riegos por aspersion. Dentro del primero, los que más se adaptan a pasturas es el riego por melgas. En el segundo caso, el sistema de Aspersion portátil, el Irripod, el Ala sobre carro y el S.A.R (Sistema Automático de Riego) son los que mejor se adaptan a pasturas en superficies chicas, mientras que a gran escala se destaca el riego por Melgas, Cañón y Pivote central (García, 2012).

A continuación se analizará el efecto de riego para las diferentes especies.

2.2.1 Respuesta al riego de *Festuca arundinacea*

La información obtenida por Formoso (2010), para *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé, muestra que hay una gran variabilidad de resultados, desde respuestas muy bajas, menores a 1 kg/ha de MS/mm regado, hasta respuestas superiores a los 20 kg/ha de MS/mm aplicado. En general se evidencia como hecho habitual que cuando además del riego se aplica nitrógeno, los rendimientos aumentan significativamente. La respuesta promedio de festuca fue de 8,3 kg/ha de MS/mm, la máxima de 26,6 y la mínima de 0,3 kg/ha de MS/mm. En los períodos posteriores a los riegos, el 16 % de los cultivos en seco rindieron un 18 % más ($P < 0,05$) forraje que los regados. La explicación

está en que el riego origina además la infestación de malezas estivales, gramíneas y latifoliadas.

En un experimento realizado en Colorado por Smeal et al. (2005), se evaluó la respuesta al riego de *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Bromus riparius* y *Bromus inermis* y otras especies, cuyos tratamientos fueron 457 a 970 mm en el 1996; 427 a 754 mm en el 1997 y de 490 a 998 en 1998. Observaron una relación lineal y positiva entre producción y riego para dichas especies en promedio para todos los años, pero la relación varió entre cultivares y entre años. Tanto festuca, bromus como dactylis, fueron las especies que más produjeron en los altos niveles de agua en todos los años. También lograron las mayores tasas de incremento de producción por milímetro (12,9 kg/ha de MS/mm), y mostraron mayor estabilidad en la producción que otras especies a niveles de riego por encima de los 700 mm. A su vez la festuca produjo significativamente más forraje durante períodos de sequía más extensos que otras especies, incluyendo *Lolium perenne*.

En un estudio realizado por Waldron et al., citados por Smeal et al. (2005), todas las especies mostraron una respuesta positiva en producción a niveles crecientes de riego entre 360 y 730 mm. Pero se observaron incrementos insignificantes en producción a niveles por encima de 730 mm. En este estudio y en el de Jensen et al., citados por Smeal et al. (2005), la festuca produjo más forraje que otras especies en todos los niveles de agua evaluados, mientras que *Lolium perenne* obtuvo rendimientos más bajos que Bromus y Dactylis a niveles menores a los 850 mm. Según Smeal et al. (2005), los niveles de agua requeridos para la máxima producción de pasturas templada se encuentran en un rango entre 737 y 1100 mm. La producción de forraje para todas las especies fue significativamente menor para el tercer año de crecimiento (1998), dado un menor potencial de producción explicado por la

edad de la pastura, deficiencia de micronutrientes en el suelo, daño por insectos y menores reservas de agua en el perfil de suelo a comienzos de la estación (baja precipitación invernal), entre otros factores.

La fertilización nitrogenada muestra tener un significativo efecto en la producción de forraje de la pastura y en la eficiencia del uso del agua (Power, citado por Smeal et al., 2005).

Según Waldron et al. (2002), la festuca tiene una producción de forraje superior para todos los niveles de riego (851, 734, 590, 512 y 361mm) y fue siempre seleccionada por índices de estabilidad del rendimiento.

Asay et al. (2001), evaluaron la respuesta de cultivares de festuca al riego. Allí encontraron que la disponibilidad estacional de agua, es una de las mayores consideraciones a tener en cuenta en la elección de materiales de pasturas para riego. Se evaluaron 10 materiales de *Festuca arundinacea* bajo 5 niveles de riego y los efectos del hongo endofítico *Neotyphodium coenophialum* en la productividad.

Se encontraron respuestas en producción de materia seca a los distintos niveles de agua, siendo los cultivares con hongos endofíticos los que produjeron consistentemente más que las mismas variedades sin hongos. Estas diferencias se vieron más acentuadas cuando el agua fue limitante.

Mas (2007), evaluó la producción bajo riego de una mezcla invernal, de *Festuca arundinacea* y Trébol blanco para el segundo año, y obtuvo rendimientos de 5042 Kg MS/ha.

2.2.2 Respuesta al riego de *Paspalum notatum*

Mas en el 2007 realizó un experimento cuyo objetivo no fue medir el efecto del riego sobre la pastura, sino que consistió en relevar la limitante que significa la falta de agua en el suelo, para medir la expresión productiva de las mismas en dichas condiciones, en el caso de las gramíneas, la amplitud de índices de respuesta es importante. El más bajo corresponde al *Paspalum*. Tanto el *dilatatum* como el *notatum* mostraron un aumento en el rendimiento relativamente menor cuando recibieron riego, generando un incremento en el orden del 50 o 60% sobre la producción de secano. En este mismo experimento el *Paspalum notatum* Pensacola rindió bajo riego 6190 kg MS/ha, mientras que en secano 3910 kg MS/ha. La relación riego/secano fue de 1,6.

Una de las razones de la buena tolerancia a la sequía del *Paspalum notatum* cv. *Saurae*, *P. nicorae* y *P. quadrifalium* es la presencia de cera en las láminas foliares (Tishler et al., citados por Pizarro, 2002). No obstante, los autores Ito et al., citados por Pizarro (2002), consideran que la tolerancia a la sequía en *P. dilatatum* se debe en parte, a la reducción de la tasa fotosintética de asimilación neta, como una forma de amortiguar el efecto de la falta de agua.

2.2.3 Respuesta al riego de *Paspalum dilatatum*

A pesar de su resistencia a la sequía, al comienzo de su desarrollo reproductivo requiere de un suministro adecuado de agua, ya que en dicha etapa presenta altas tasas de crecimiento. Su mejor desarrollo ocurre en zonas de suelos de partes bajas bien drenadas, que reciben 900 o más milímetros por año (Holt y Bashaw, citados por Pizarro, 2002).

El *Paspalum dilatatum*, aunque con buena persistencia, mostró en un experimento, una producción muy inferior, en el orden del 60% del promedio del ensayo bajo riego (11270 kg MS/ha) (cuyas especies eran *Paspalum dilatatum*, *Panicum antidotale* Blue Panic, *Paspalum notatum* cv. Pensacola, *Paspalum wettsteinii*, entre otros) y menor al 50% de los materiales superiores (*Chloris gayana* Samford: 16397 kg MS/ha). *Paspalum dilatatum* rindió bajo riego 7120 kg MS/ha, y 4710 Kg MS/ha en seco, promedio de varios años y experimentos. El cociente riego/seco fue de 1,5 (Mas, 2007).

El componente más afectado en períodos de sequía es la tasa de elongación de hojas (Hsiao, Onillon et al., citados por Couso et al., 2010). Las especies que crecen durante condiciones de sequía muestran baja estatura, morfología postrada y macollaje estable y biomasa de macollos reducida. (Coughenour, citado por Couso et al., 2010). Las variedades de *Paspalum dilatatum* mostraron diferencias para todas las variables analizadas (tasa de elongación, tasa de aparición de hojas y la expansión de hojas). La variedad sexual se comportó diferente a las variedades apomícticas para las 3 variables morfogénicas. De estas, la tasa de expansión de hojas fue la única variable que respondió a la sequía.

2.2.4 Respuesta al riego de *Pennisetum purpureum*

La falta de agua impone limitaciones en la tasa de expansión de hojas por caña y el número de cañas (Corsi et al., citados por Mistura et al., 2007). El pasto elefante cv. Napier es una forrajera de alta competitividad en relación a otras especies recomendadas para pastoreo en condiciones de riego y fertilización, por tener una mayor eficiencia en la acumulación de materia seca por área.

A nivel nacional, Aguirre et al.¹, evaluaron la respuesta al riego de *Pennisetum purpureum* cv. Mott en su primer año de evaluación en Paysandú, con dos niveles de riego suplementario: ET100% y M2 y un testigo seco sin regar. La producción de materia seca de lámina + tallo promedio fue significativamente mayor para los tratamientos con riego en comparación con el testigo sin regar, no habiendo diferencias significativas dentro de los niveles de riego.

Cáceres y Martinelli (2010), evaluaron 3 materiales de *Pennisetum purpureum* en un período de 159 días en el departamento de Artigas. La mayor producción de planta entera obtenida fue para el material INIA Lambaré, 14315 kg/ha de MS, no difiriendo significativamente del material EEMAC, cuyo rendimiento fue de 13323 kg/ha de MS. Ambos materiales son de porte alto y rindieron estadísticamente más que el material Mott, cuyo rendimiento fue de 6933 kg/ha de MS.

Maldonado et al., Lourenço, citados por Mota et al. (2011), encontraron que las mayores producciones de materia seca se encontraban con las mayores láminas de agua. Jank et al., Pedreira y Tonato, citados por Mota et al. (2011) observaron que la producción potencial es de 20 tt MS/ha. Existen resultados de hasta 80 tt MS/ha (Erbesdobler, citado por Mota, 2011), como de 7,35 tt MS/ha en 35 días para el pasto elefante cv Pioneiro encontrada por Santos, citado por Mota et al. (2011). Los mismos encontraron un aumento lineal y positivo en la materia seca al aumentar la lámina de agua.

¹ Aguirre, S.; Irazabal, N.; Otegui, I. sp. Evaluación de la respuesta al riego suplementario de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum* y *Pennisetum purpureum* cv. Mott durante el período estival (sin publicar)

Bergottini et al. (2006) evaluaron la producción de materia seca bajo riego de *Pennisetum purpureum* cv. Napier y *Panicum maximum* cv. Mombaça, y observaron que ambas especies produjeron más con mayores niveles de riego. Según los autores, los diferentes aumentos de producción de materia seca pueden estar asociados a determinadas condiciones de temperatura y luminosidad, niveles de fertilización, localización geográfica de cada región, intervalos entre las mediciones y alturas de corte.

Como consecuencia del riego, el pasto elefante cv. Napier produce 39% más de MS en relación al pasto elefante no regado en este periodo, lo que confirma la respuesta lineal de la producción en materia seca combinada con la cantidad de agua aplicado (Teixeira et al., 2009).

Ribeiro et al. (2009), encontraron que la disponibilidad de materia seca total del pasto elefante cv. Napier fue mayor que la de *Panicum maximum* (capim-mombaça) ($P < 0,05$) y esto es explicado por las mayores producciones de caña del pasto elefante en las épocas lluviosas y en las secas. Las medias en porcentaje de láminas foliares para pasto elefante se encuentran entre 32,7 y 30,8%, regado y no regado respectivamente, en cuanto que para *Panicum maximum* esas medias fueron de 68,2 y 58,3% respectivamente. Ambas especies presentaron mayor disponibilidad de materia seca total cuando fueron sometidos a riego, para las dos épocas (lluviosa y seca). Los valores de disponibilidad de materia seca total para ambas especies fueron mayores con riego que sin riego. Los aumentos fueron de 23 y 48% para pasto elefante y *Panicum maximum* respectivamente en la época seca y de 15 a 29% en la época lluviosa. Estos resultados permiten inferir que el déficit hídrico en la época seca sea probablemente la limitante principal del crecimiento de *Panicum maximum*.

La disponibilidad de materia seca verde de pasto elefante cv. Napier fue mayor a la de *Panicum maximum* ($P < 0,05$). Estos autores concluyen que tanto pasto elefante como *Panicum maximum* son forrajeras que responden bien al riego durante todo el año, con mayor producción de biomasa, proporción de hojas y altura. El efecto del riego es más pronunciado en la producción de biomasa que en la composición química de las hojas.

En presencia de riego, el cultivar Mombasa de *Panicum maximum* tuvo la más alta producción de materia fresca (PMF) de 41680 kg/ha ($P > 0,05$), en comparación con otras variedades, que no difieren estadísticamente entre sí ($P > 0,05$). En la ausencia de riego, tuvo la más baja PMF (27.38 tt/ha), es decir, el riego aumentó 14,3 tt/ha de MF en este cultivar (Matsumoto De Souza et al., 2005).

El riego promueve un incremento promedio de 29,4% la PMF de *Panicum maximum* en relación con la producción sin riego. Resultados similares se registraron por Aveiro et al., citados por Matsumoto de Souza et al. (2005), en que el riego proporciona mayor PMF en pasto elefante.

Maldonado et al., citados por Teixeira et al. (2009), estudiaron la aplicación de cuatro niveles de agua (0, 40, 80 y 120% de la evapotranspiración) en pasto elefante cv. Napier en verano y se observa una respuesta cuadrática en materia seca. Estos autores también observaron que con la aplicación de mayores láminas de agua, el mismo mostró una menor producción, debido probablemente al exceso de humedad, la falta de aireación del suelo y lixiviación de nutrientes, K + y NO₃-N.

En el experimento llevado a cabo por Araújo et al. (2011), comparando las tasas de acumulación de materia seca de diferentes genotipos de pasto

elefante enano, encontraron que el que mejor se ajustaba a un modelo cuadrático de regresión fueron el cv. Mott y el genotipo CNPGL 92-198-7, mientras que el resto de los genotipos se ajustaron mejor al modelo lineal.

Según Vitor et al., citados por Mota et al. (2010), observaron que el riego de áreas implantadas admite que el agregado de otros insumos, además del agua, es necesario para no restringir el potencial de producción de las especies cultivadas. Entre estos se destaca el nitrógeno, por su efecto positivo en la productividad de gramíneas tropicales (Marcelino et al., citados por Mota et al., 2010).

En períodos de lluvia, los valores de proteína bruta de las láminas foliares del pasto elefante cv. Napier varían entre 10,32 y 13,32% en planta entera (PE) y de 12,4 a 16,06% y 11,66 a 15,23% en las láminas foliares de la parte inferior no decapitada y decapitada respectivamente. Estos resultados indican que el pasto elefante proporciona cantidades de PB no limitantes para la actividad microbiana en el rumen. Por otro lado, la fracción FDN aumentó linealmente en los períodos de lluvia en función de las dosis de nitrógeno, con valores entre 75,39 y 77,49 % para dosis de 100 y 400 kg/ha de nitrógeno respectivamente (Mistura et al., 2007).

Según Mas (2007) el factor multiplicador para *Panicum maximun* bajo riego fue el mayor, de 4,4 (rendimiento bajo riego 14420 kg/ha de MS y en seco 3280 kg/ha de MS), esto se puede explicar por ser un material sensible a la falta de agua y tener una capacidad importante de responder al riego en presencia de nitrógeno. En algunos casos la fertilización podría ser un elemento de distorsión en la estimación del efecto riego.

Según Rodrigues et al. (2011), evaluando el nitrógeno en plantas de pasto elefante cv. Pioneiro bajo distintos niveles de riego y fertilización nitrogenada, determinaron que la respuesta de nitrógeno en planta a la fertilización fue lineal y positiva. El efecto del riego en el contenido de PB fue concordante con los resultados encontrados por Lopes et al., citados por Rodrigues (2011), los cuales concluyeron que el riego provoca una caída en los niveles de proteína a medida que aumentan los niveles de agua aplicados, debido a las más altas tasas de crecimiento observadas sobre condiciones de riego causando una dilución de este nutriente en el forraje producido. Esto también fue observado por Botrel et al., citados por Rodrigues (2011). Estos autores observaron que las pasturas bajo riego sufrieron una reducción de hasta un 30% en el contenido medio de proteína bruta comparándolas con las no regadas.

Al aumentar el riego aumenta el número de macollos en forma lineal. Las mayores productividades fueron obtenidas con un mayor número de macollos por unidad de área, altura de planta y combinación de ambos atributos (Ferraris et al., Botrel et al., Vitor et al., citados por Mota, 2010).

Por otro lado, se ha visto que las láminas de agua proporcionan un efecto en la cobertura del suelo. Un aumento en la lámina de agua provoca un aumento en la cobertura de suelo y consecuentemente, menor susceptibilidad a la erosión. Ese resultado está de acuerdo con los encontrados por Lopes et al., citados por Alencar (2009) que, trabajando con pasto elefante en el municipio de Vicosá, Estado de Minas Gerais, verificaron que el riego interfirió positivamente en la cobertura de suelo. Esos autores verificaron también que cuanto mayor era la fertilización con nitrógeno mayor era la cobertura del suelo (Alencar, 2009).

Fernandes y Rossiello, citados por Mota et al. (2010), explicaron que la mayor producción de gramíneas C4 se da por la alta capacidad fotosintética, la mayor eficiencia en el uso del agua y su alta respuesta a la fertilización nitrogenada obteniéndose altas tasas de crecimiento.

Mota et al. (2010) encontraron una respuesta lineal y negativa de la lámina de agua sobre la relación hoja/tallo (con 100kg fijos de nitrógeno). El menor valor es de 1,98 en el menor nivel de agua. Lopes et al., citados por Mota et al. (2010) no encontraron diferencias en la relación hoja/tallo con distintos niveles de riego, y lo atribuyen a las malas condiciones de luminosidad y temperatura del experimento. Los menores valores de la relación hoja/tallo a más riego y más nutriente puede estar asociado a la rápida elongación del tallo en detrimento de la formación de hoja. Mota et al. (2011) afirman que las distintas láminas de agua no afectaron la relación hoja/tallo en el período lluvioso.

Mota et al. (2011) observaron una respuesta lineal y positiva en la altura de planta de pasto elefante cv. Pioneiro en función de la lámina de agua aplicada ($P > 0.01$).

Alvim et al., Marcelino et al., citados por Ribeiro et al. (2009), encontraron que la estacionalidad en los forrajes tropicales no se reduce con el riego y atribuyeron el resultado a otras limitaciones tales como temperatura y luminosidad en ese momento. Los forrajes tropicales tienen un crecimiento muy bajo cuando se expone a temperaturas inferiores a 16°C (Whitheman, citado por Ribeiro et al., 2009).

La sensibilidad de estas forrajeras tropicales a las bajas temperaturas fue constatado por Lopes et al., citados por Ribeiro et al. (2009), los cuales no verificaron efecto del riego para pasto elefante en el período abril-setiembre, en

el cual las temperaturas medias se sitúan en torno a 12°C, y la ocurrencia de heladas. En los períodos de primavera, verano y otoño el riego proporciona aumentos del 42% en la producción total de materia fresca.

Hay una mayor acumulación de nutrientes, especialmente nitrógeno, en la estación seca. Esta acumulación de nutrientes fue mayor a menor lámina de agua aplicada. En temporadas lluviosas, los tratamientos con niveles más bajos de riego que tienen una mayor cantidad de nutrientes en el suelo, comenzaron a recibir el agua que provenía de la lluvia, y alcanzaron un mayor desarrollo (Alencar et al., 2009).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Localización y duración del período experimental

El experimento se localiza en el departamento de Paysandú, Uruguay, en la Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni, a 32°23'20.23" de latitud Sur y 58° 02'37.98" de longitud Oeste, con una altitud de 55 m sobre del nivel del mar.

El periodo comenzó el 28 de noviembre del 2011, y finalizó el 11 de abril del 2012, totalizando 151 días de evaluación.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

El experimento se encuentra sobre la Unidad de Suelos San Manuel, donde el material generador es la formación Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca (URUGUAY. MAP. DSF, 1979).

En cuanto al clima, Uruguay se encuentra en una región de clima sub tropical donde las precipitaciones promedio oscilan entorno a los 1200mm, con una distribución isohigro. Las temperaturas medias oscilan entre 16°C y 19°C (sureste y norte respectivamente). En enero el rango está entre 22° C y 27° C, y para julio el mes más frío varían desde 11°C a 14° C respectivamente para cada región (Durán, 1985),

En el período que abarcó el experimento (noviembre 2011-abril 2012) las precipitaciones totales fueron de 774 mm y la temperatura media registrada fue de 22,7 °C.

3.1.3 Antecedentes del sitio experimental

Se evalúa la producción de segundo año de todas las especies, las cuales, para el caso de las estivales fueron sembradas en octubre del 2009, y la invernal en agosto del 2010 sobre un rastrojo de una pradera de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

3.1.4 Fertilización: dosis y momento

Se realizó fertilización nitrogenada, utilizando UREA (46-0-0). La dosis aplicada fue de 50 kg/ha, aplicada mensualmente al voleo, luego de cada corte.

3.1.5 Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en bloques con tres repeticiones.

El factor mayor es el nivel de riego, con tres niveles: M1, M2 y M3, y el factor menor la especies: *Paspalum dilatatum* subsp. *dilatatum*, *Paspalum notatum* var. *Saurae* cv. Pensacola, *Pennisetum purpureum* cv. Mott y *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé. Los tratamientos corresponden a la combinación de niveles de riego por especie, dando un total de 12 tratamientos distribuidos en 36 parcelas.

En cuanto a los niveles de agua de los tratamientos:

M1: riego que cubre el 100% de la ET₀.

M2: riego que cubre el 50% de la ET₀.

M3: secano.

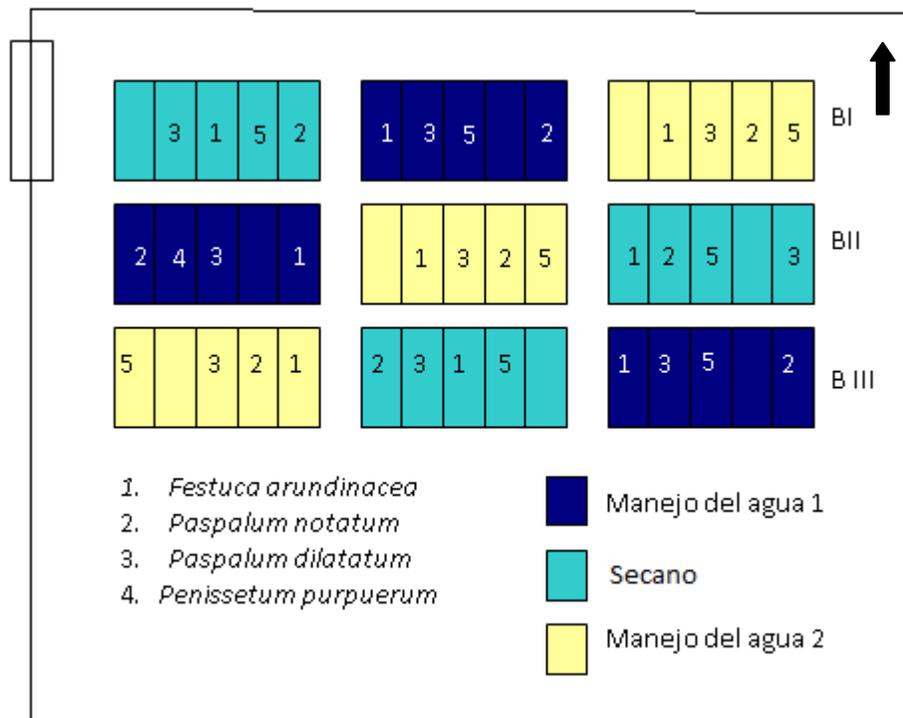


Figura No. 1. Croquis del área experimental

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología experimental consistió en cortes mensuales, procesamiento de las muestras a laboratorio y secado de las mismas a estufa. De esta forma se determinó la producción de materia seca.

La altura de corte variaba según la especie: para pasto elefante el remanente era de 40 cm y para las demás especies 5 cm. Luego de cada corte se refertilizó con 50 kg de nitrógeno.

Se realizó un conteo de macollos previo al tercer corte.

3.2.1 Cortes: frecuencia y momento

Se realizó un total de 5 cortes, cuyas fechas fueron:

28 de noviembre del 2011: Este corte fue llamado “corte de limpieza”. Se midió únicamente materia seca total (no siendo fraccionada la muestra en hoja, tallo, malezas y restos secos), y no se incluye para el cálculo de materia seca acumulada en el período experimental.

26 de diciembre (28 días después del primer corte).

30 de enero (35 días después del segundo corte).

5 de marzo (33 días después del tercer corte).

11 de abril (37 días después del cuarto corte).

3.2.1.1 Metodología de corte

Los cortes se realizaron utilizando tijeras de mano. El área cortada varió según la especie:

Para *Pennisetum purpureum* cv. Mott: se cortaban 2 muestras de 1,20 m por 0,5 m, siendo un área total de 1,2 m² por parcela. La altura de corte (remanente) era de 0,40 m, tomando como referencia los criterios aplicados por Cáceres y Martinelli (2010). El área restante de la parcela se emparejaba a la misma altura de corte.

En las demás especies se cortaban 2 muestras de 0,2 m por 0,5 m, siendo el área total de corte 0,2 m² por parcela. La altura de corte fue de 0,05 m, emparejándose el área remanente de la parcela con pastera a la misma altura. Para la altura del remanente de *P.notatum* se tomó como referencia a Beaty et al. (1960), para *F.arundinacea* a Formoso (2010).

Se mantuvieron las metodologías seguidas por Aguirre et al¹.

3.2.2 Procesamiento de muestras en el laboratorio

Al llegar con la muestra fresca al laboratorio se pesaba la misma, luego se fraccionó la muestra en cuatro submuestras y de ellas se formó una submuestra de 100 gramos aproximadamente, representativa de la misma.

Luego se separaron las submuestras en las distintas fracciones: hoja, tallo, restos secos y malezas. A continuación se las pesaba y se las dejaba

secar 48 horas a 60°C en estufa de secado con circulación forzada del aire, modelo FANEM 320.

Pasada las 48 horas se pesó nuevamente y se calculó, con el dato de peso fresco de la submuestra, el porcentaje de materia seca. Luego se calcularon los porcentajes que representan las fracciones tallo, hojas, restos secos y malezas y se calculó el porcentaje de materia seca que representa cada uno. Teniendo en cuenta la superficie cortada, se calculó la producción por hectárea.

3.2.3 Medición, metodología de corte y conteo de macollos

Previo al tercer corte (5 de marzo del 2012), se realizó un conteo y corte de macollos al azar en cada parcela.

La superficie de conteo varió según la especie, como se muestra a continuación:

- *Pennisetum purpureum* cv. Mott: se contaron los macollos en un área de 0,6 m² (1,20 m por 0,5 m).
- Para las demás especies el área era de 0,1 m² (20 cm por 50 cm).

El número de macollos cortados fue constante para todas las especies, siendo diez macollos por parcela la muestra tomada.

Estos macollos se pesaron y fraccionaron en lámina y tallo. Luego se las secó a estufa durante 48 horas a 60°C. Trascorrido este tiempo se pesaron las muestras y se registró el peso seco, calculando el porcentaje de materia seca.

3.2.4 Riego

3.2.4.1 Metodología de riego

El método de riego utilizado fue el de aspersión fija con tres aspersores por parcela mayor cubriendo de esa manera el total de la parcela con las cuatro especies en estudio.

Los aspersores utilizados presentan un caudal de 70 lt/h. El riego se realizó en las fechas indicadas y por la noche para evitar los efectos de deriva que habitualmente se producen por el viento durante el día.

3.2.4.2 Criterio de riego

El criterio de riego fue intentar cubrir el 100% de la ET_0 en el M1 y un 50% de la ET_0 en el M2, intentando crear una variabilidad en la disponibilidad hídrica y con ello medir la respuesta productiva de las diferentes especies.

3.2.4.3 Criterio para elaboración del balance hídrico

Para estimar el agua almacenada en el suelo durante el período de evaluación se realizó un balance hídrico decádico, basándose en la metodología de Thornthwaite y Mather (Pereira, 2005).

El dato de lámina de agua para este suelo se lo calculó en base a Fernández (1979) y teniendo en cuenta la composición granulométrica del suelo (ver Anexo No. 2 Balance Hídrico).

Se calculó el almacenaje de agua del suelo para cada especie y cada nivel de agua. Para el cálculo se consideraron: la evapotranspiración potencial (ET_p) y las precipitaciones ocurridas durante el período (datos obtenidos de la Estación Meteorológica Automática de la EEMAC, Vantage pro 2, módulo LR, 2007, Davis Instruments), el agua agregada por el riego, la ET_c cuyo cálculo se obtiene corrigiendo el valor de evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) por el coeficiente de cultivo (K_c).

Los datos de K_c se obtuvieron de bibliografía y otros fueron estimados debido a que durante la fase de campo no se relevaron datos de estado de desarrollo ni de cobertura del suelo. Para su estimación se consideró que este disminuía a un mínimo luego de cada corte, luego alcanzaba un valor medio, para después alcanzar el máximo valor previo al corte. Se consideró este criterio para todos los meses.

Datos de la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (URUGUAY. MAP, 1979) indican que en cuanto a la composición granulométrica del suelo Brunosol Éutrico Típico predomina la fracción arcilla y

arena no habiendo grandes diferencias entre ellas, y en menor porcentaje la fracción limo (ver Anexo No.2 Balance Hídrico).

De acuerdo con la gráfica de agua disponible según tipo de suelo (Chiara, 2011) que figura en el Anexo No. 2 Balance Hídrico, cuanto más arcilloso es el suelo mayor potencial de matriz presenta y por ende mayor capacidad de retener más fuertemente el agua del suelo. Como muestra la gráfica este tipo de suelos tienen mayor velocidad de secado y se acercan más rápidamente al PMP (punto de marchitez permanente) donde el agua queda inaccesible para las plantas.

3.2.4.4. Momentos de riego y milímetros aplicados

A en el siguiente cuadro se presentan las fechas de momento de aplicación de riego suplementario y los milímetros aplicados, según el nivel de riego.

Cuadro No. 1. Fechas de riego y milímetros aplicados

Fecha	M1	M2
6 nov-2011	48	48
10 dic-2011	48	0
18 dic-2011	48	0
26 dic-2011	48	48
05 ene-2012	48	48
12 ene-2012	48	0
17 ene-2012	48	48
TOTAL	336	192

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológicas

Existen diferencias en la producción de materia seca y número de macollos según el nivel de agua aplicado.

3.3.2. Hipótesis estadísticas

Ho: T1=T2=T3=T4=0

Ha: Existe al menos un tratamiento distinto de cero.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.1 Modelo estadístico

Las variables medidas fueron analizadas siguiendo diferentes modelos, según la frecuencia de las mediciones realizadas.

Aquellas variables medidas una vez en el tiempo se analizaron según el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + E(a) + \gamma_k + \tau\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk} \text{ (2)}$$

Donde:

y_{ijk} : es la variable de interés medida en el i ésimo bloque, del j ésimo nivel de riego y la k ésima especie

β_i : Es el efecto del i ésimo bloque $i= 1,2,3$

τ_j : es el efecto del j ésimo tratamiento de riego $j=1,2,3$

γ_k : es el efecto de la k ésima especie $k=1,2,3,4$

$\tau\gamma_{jk}$: es el efecto de la interacción entre el riego j y la especie k

$E(a)$: es el error de la parcela mayor

ε_{ijk} : es el error experimental

En las variables que fueron medidas en más de un momento, se ajustó modelos de parcelas divididas en bloques con medidas repetidas en el tiempo.

Se probaron varias estructuras de matrices de varianza covarianza para modelar la autocorrelación temporal, siendo comparadas por los índices de AIC, AICC y BIC. En todas las variables estudiadas, el mejor ajuste resultó ser el de la matriz autorregresiva de orden 1 (AR1). Esta matriz considera que la autocorrelación temporal va disminuyendo en forma exponencial a medida que las medidas se alejan en el tiempo.

El modelo para aquellas variables medidas repetidas en el tiempo se expresa como:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + E(a) + \gamma_k + \tau\gamma_{.jk} + E(b) + \phi_i + \tau\phi_{.i} + \gamma\phi_{.ki} + \tau\gamma\phi_{.ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad \square$$

Donde se agrega el término del Momento de Medición (ϕ) y sus interacciones con los demás factores del modelo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN

Se presentan los datos de temperatura y precipitación para el período de evaluación (noviembre 2011 a abril 2012), los del año anterior (noviembre 2010 a abril 2011) obtenidos de la Estación Meteorológica Automática de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, y la serie histórica 1961- 1990 para la localidad de Paysandú (URUGUAY. MDN. DNM, 2013).

4.1.1 Temperatura

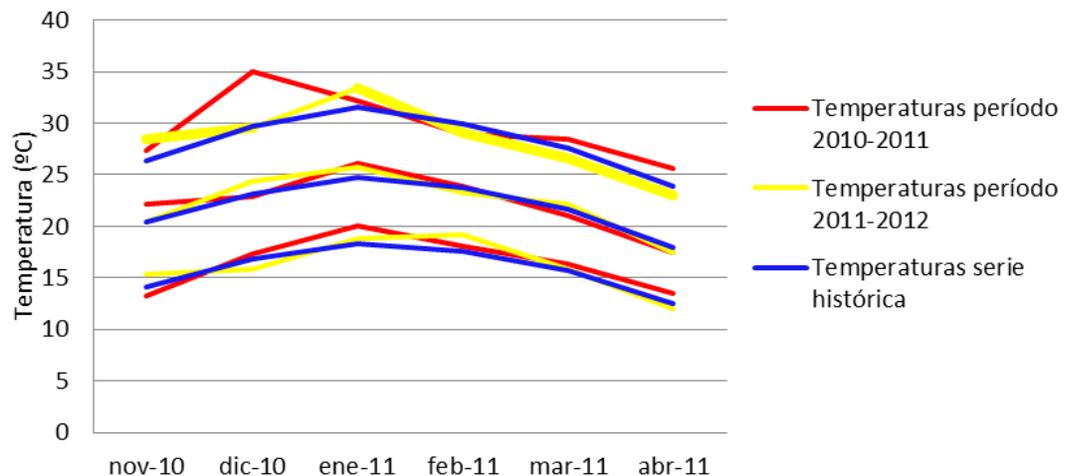


Figura No. 2. Temperaturas promedio máximas, medias y mínimas del período de evaluación (2011-2012), año anterior (2010-2011) y la serie histórica (1961-1990).

Según se observa en el gráfico las temperaturas medias del período experimental fueron superiores para los meses de diciembre, enero y marzo en comparación con la serie histórica, y superan al período 2010-2011 en los meses de diciembre y marzo.

Las temperaturas mínimas del período evaluado fueron menores únicamente para los meses de diciembre y abril en comparación con la serie histórica, y para enero, marzo y abril en comparación con el año anterior. La máxima variación se generó en el mes abril del periodo 2010-2011 y 2011-2012, y fue de 1,5° C.

Las mejores condiciones en cuanto a temperatura para las especies C4 en el período evaluado se dieron en los meses de diciembre y enero, ya que presentaron mayor temperatura media, 22,9 °C y 26,1 °C respectivamente.

Para las especies templadas la temperatura óptima para crecimiento se sitúa entre 20 y 25 °C. La tasa de crecimiento cae rápidamente por debajo de los 10 °C pero existe todavía crecimiento a los 5 °C manteniéndose la planta viva. Para especies tropicales y subtropicales el crecimiento es extremadamente lento a temperaturas de 10 a 15 °C teniendo su óptimo en 30 a 35 °C debido a una mayor tasa de fotosíntesis neta (Cooper y Tainton, 1968).

Teniendo en cuenta estos datos y observando el gráfico anterior, se puede decir que para *F.arundinacea*, especie templada, las temperaturas medias del periodo evaluado le fueron favorables para su crecimiento, no siendo así para el mes de abril, donde la temperatura media se situó por debajo del rango óptimo. Para las especies subtropicales y tropicales, las temperaturas medias del periodo evaluado se situaron entre 17,4° C y 26,1° C, situándose por debajo del óptimo de temperatura para el potencial desarrollo de estas especies.

4.1.2 Precipitación

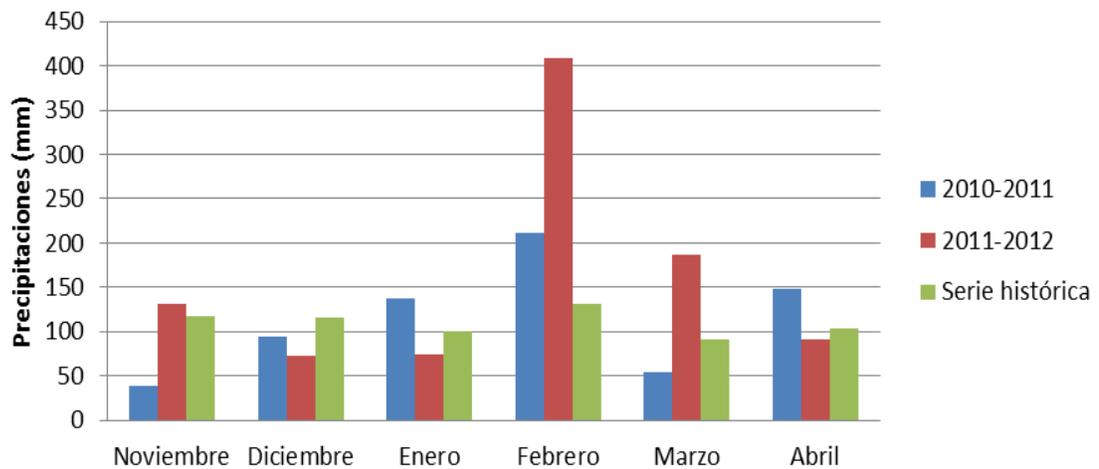


Figura No. 3. Precipitaciones del período de evaluación (2011-2012) y año anterior (2010-2011) y la serie histórica (1961-1990).

En el gráfico se pueden observar claramente dos períodos bien diferenciados: de diciembre a enero las precipitaciones del período 2011-2012 fueron menores a las de la serie histórica y a las del año anterior, revirtiéndose esta situación en el período comprendido entre febrero y marzo, en el cual las precipitaciones del período evaluado fueron significativamente superiores a los demás, duplicándolas en ambos meses y superando los 400 mm en el mes de febrero, valor tres veces mayor al promedio histórico.

4.1.3 Precipitación y agua agregada

En la figura siguiente se muestra las precipitaciones ocurridas en el período, los momentos y la cantidad de agua (expresada en mm) en que se realizó el riego suplementario.

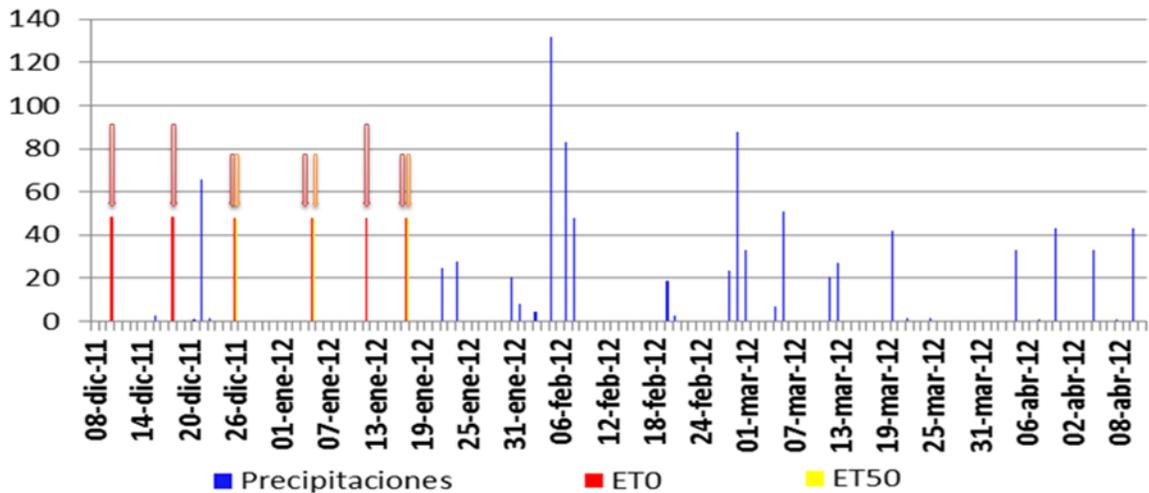


Figura No.4. Régimen de precipitaciones, momento y niveles de riego suplementar en mm. Las flechas indican momentos en que coincidió el riego en M1 y M2.

En este gráfico se observan dos periodos bien definidos. El primero, denominado seco, va desde el 28 de noviembre al 30 de enero, donde se realizó riego suplementario debido a las escasas precipitaciones. El segundo periodo, denominado lluvioso, fue desde el 31 de enero al 16 de abril, donde no fue necesario regar debido a la frecuencia y cantidad de precipitaciones ocurridas.

El total de precipitaciones del periodo seco fue de 137 mm mientras que el periodo lluvioso fue de 774 mm, sumando un total de 911 mm en todo el periodo estudiado de 151 días.

4.1.4 Radiación solar

A continuación se presenta la radiación solar total acumulada por corte y por período, seco y lluvioso, y el acumulado total en todo el período de evaluación.

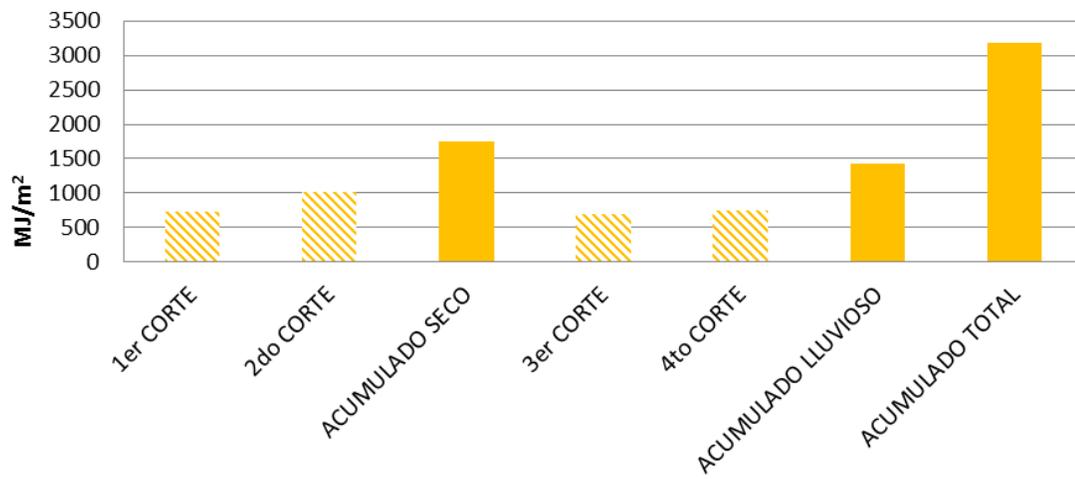


Figura No. 5. Radiación total acumulada por período de corte y período seco y lluvioso, y acumulado total, medidos en MJ/m².

En el gráfico se observa que el primer período acumuló mayor radiación solar, abarcando un total de 63 días, desde el 28 de noviembre al 30 de enero, meses en los que la radiación incidente es mayor. El segundo período abarcó un total de 77 días, del 31 de enero al 16 de abril donde fue menor la radiación solar acumulada. La disminución de la radiación entre el período 1 y el 2 fue de un 20%. Esto se debe a la época del año, a medida que transcurre la estación de verano la radiación va disminuyendo y a los días nublados.

La luz provee la energía necesaria para la fotosíntesis, y por lo tanto para el crecimiento de las plantas, pero el efecto de una fuente de energía particular será influenciado por la intensidad y la duración de la misma. Aproximadamente el 45% de la radiación incidente está disponible para la fotosíntesis, y para la mayoría de la especies templadas se requiere una fijación de alrededor de 0,0178 MJ/gramo de materia seca producida. En cambio para las especies tropicales los requerimientos se sitúan entre 0,0173 y 0,0210 MJ/gramo de materia seca producida. (Cooper y Tainton, 1968). Para el caso de las subtropicales, los requerimientos son intermedios, 0,0197 MJ/gramo (Golley, 1961).

4.1.5 Agua disponible en el suelo

El resultado de agua acumulada en el suelo se lo grafica como porcentaje de la lámina del suelo, el cual sería 77,5 mm. También se calcularon las deficiencias, excesos y variación del almacenaje de agua en el suelo para cada especie y nivel de agua.

A continuación se presenta el balance decádico para *P.notatum*, comenzando a partir del primero de diciembre.

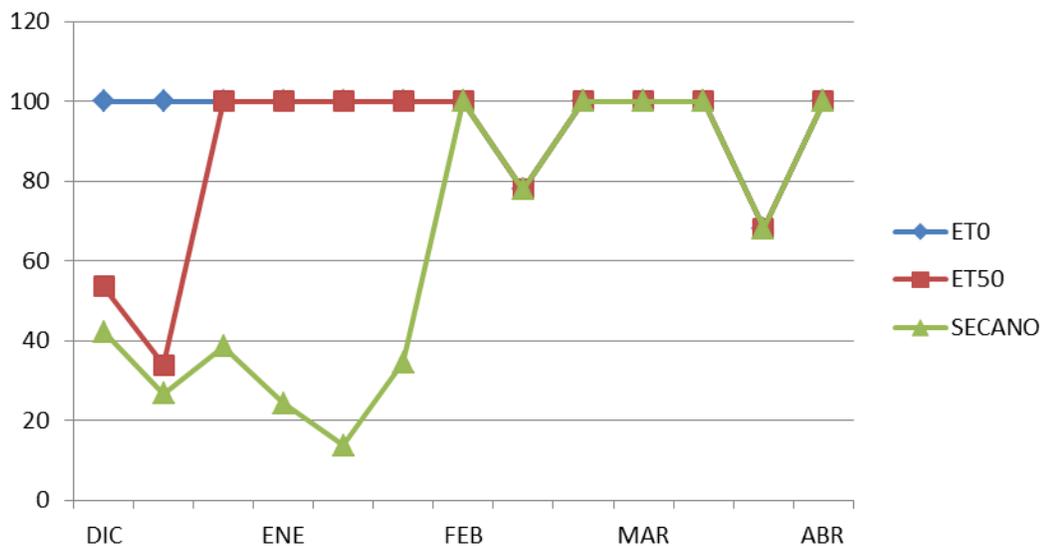


Figura No. 6. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para *P.notatum*.

El K_c utilizado previo a cada corte fue de 0,9 (Jia et al., 2009), ya que se considera que es en ese momento cuando el cultivo alcanza la máxima cobertura del suelo. Luego del corte se estimó una disminución llegando a valores de 0,5, para luego aumentar a 0,7 previo a alcanzar el máximo.

Como se observa en la figura, el nivel de agua M1 fue máximo durante todo el período de evaluación a excepción de la segunda década de febrero y la tercera década de marzo. En comparación con los demás niveles de agua, el M1 es superior para las dos primeras décadas de diciembre, ya que en la tercer

década de diciembre M2 lo iguala, acompañando este comportamiento para el resto del período.

Para el nivel de agua M2 se observa que comenzó siendo del orden del 54% para luego en la mitad del mes de diciembre disminuir a un 34%. Si bien se consideró que las raíces exploran todo el perfil, cuanto menos es la cantidad de agua que existe en el suelo ésta queda más fuertemente retenida siendo más difícil para las raíces extraerla para satisfacer la demanda atmosférica.

Contrariamente, el nivel de agua M3 fue el que más variación presentó, llegando a valores mínimos de 14% de almacenaje en relación al total de agua que puede almacenar y estar disponible para las plantas. Es en este nivel de agua donde se observan las mayores diferencias entre los diferentes tratamientos. Para el período seco se observa claramente una inferioridad de almacenaje, para luego aumentar en el período lluvioso, en el cual debido a las intensas precipitaciones y la ausencia de riego, se igualan los porcentajes de almacenaje de agua en el suelo en los tres tratamientos. Se espera que estas deficiencias en el período seco repercutan en la producción debido al estrés que se genera en las plantas por la incapacidad por satisfacer la demanda atmosférica.

Las disminuciones ocurridas en el almacenaje de agua durante la segunda década de febrero y la última de marzo, a pesar de las intensas lluvias ocurridas en este período, se deben a la ausencia de riego. Si bien las lluvias registradas superaron los 400 mm para el mes de febrero y 180 mm en marzo, la capacidad de almacenaje de agua del suelo es 77,5 mm, lo que implica que las precipitaciones por encima de esta capacidad se pierden. Igualmente esta disminución no se considera limitante para la producción debido a que las raíces posiblemente tenían una profundidad que se extiende en todo el perfil del suelo pudiendo acceder a esta agua.

A continuación se presenta el balance decádico para *P.dilatatum*, comenzando a partir del primero de diciembre

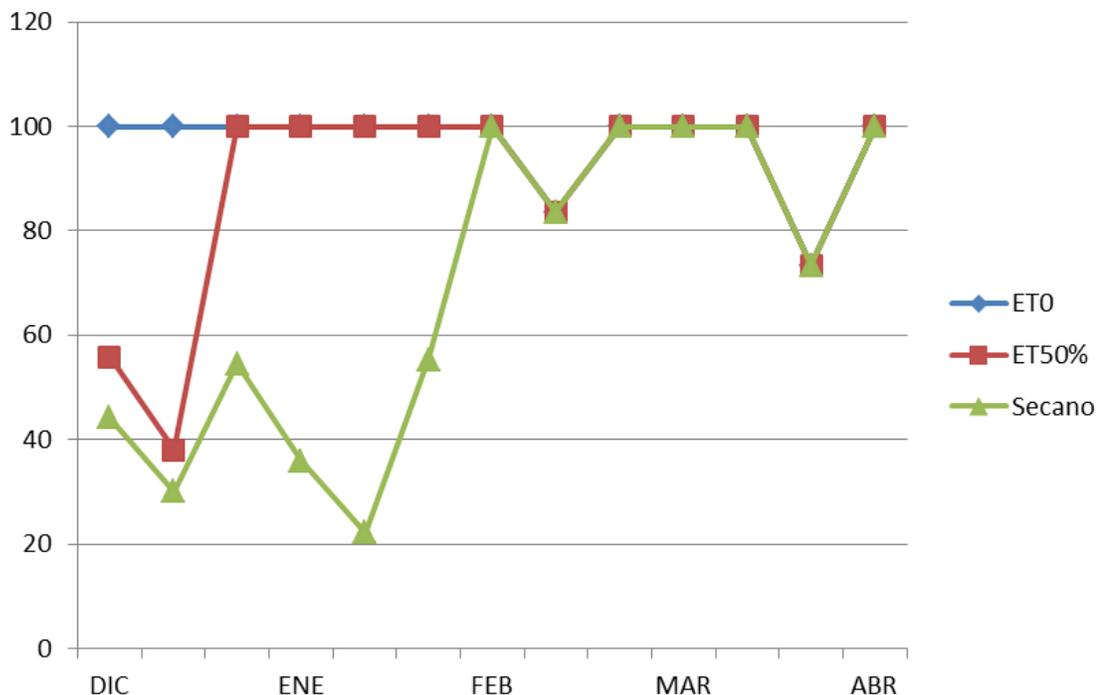


Figura No. 7. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para *P.dilatatum*.

El Kc utilizado para esta especie fue 0,75 previo al corte, cuando se alcanzaba la máxima cobertura, 0,45 luego del corte y 0,6 de valor intermedio. Se consideraron valores menores con respecto a *P.notatum* debido a que si bien no se registró cobertura del suelo, se detectaron a campo un menor número de plantas, las cuales estaban más espaciadas y no llegaban a cubrir el suelo en la misma proporción que *P.dilatatum*.

En cuanto a la variación del almacenaje de agua en el suelo con respecto a la lámina total se observa la misma variación que para *P.notatum*.

Para esta especie se observa la misma tendencia de comportamiento en los tres niveles de agua que para *P.notatum*. Debido al menor Kc de *P.dilatatum*, es que se observan que las deficiencias son en las mismas épocas que para *P.notatum*, pero de menor magnitud.

A continuación se presenta el balance decádico para *P.purpureum*, comenzando a partir del primero de diciembre

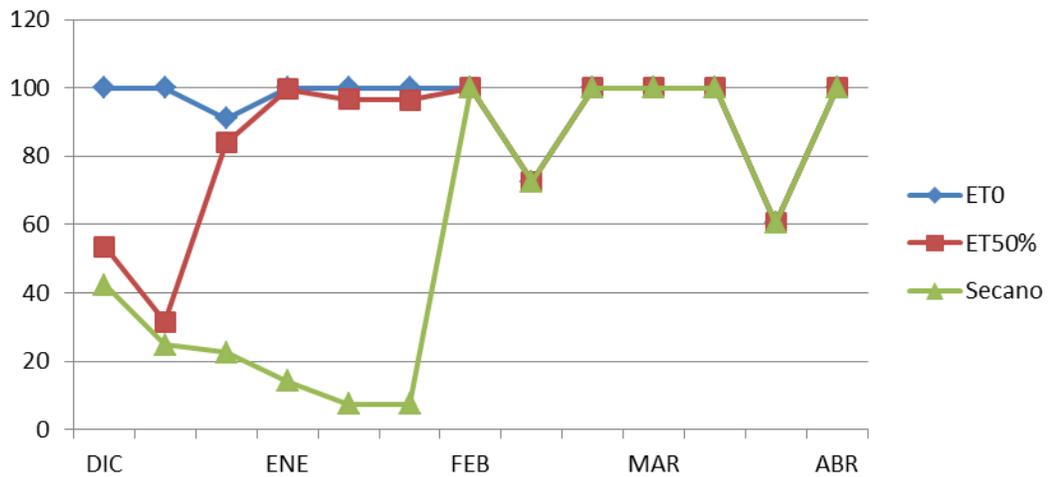


Figura No. 8. Variación del almacenaje de agua en el suelo expresado como porcentaje en relación a la lámina total para *P.purpureum*.

Los valores de Kc utilizados para esta especie fueron de 1,15 previo al corte, 0,5 luego del corte y 0,8 como valor intermedio (Herrera et al., 2010).

En la figura se observa una mayor magnitud en la disminución del almacenaje del suelo en comparación con los paspalum. Se ven claramente las diferencias entre especies debido a sus diferentes valores de Kc.

En este caso, y a diferencia de los demás, se registra para el nivel de agua M1 en el período seco una disminución de 9% del almacenaje de agua con respecto a la lámina total (tercer década de diciembre).

Para el nivel de agua M2, mientras para las especies de Paspalum (con menores valores de Kc) el almacenaje es inferior a 100% para las dos primeras décadas del período seco, para el caso de *P.purpureum* lo es para casi la totalidad del período seco a excepción de la primer década de enero. Alcanzado esta especie los menores valores de almacenamiento (32% con respecto al total).

Para el M3, el almacenaje de agua en el suelo varió entre 7 y 42%, valores donde se considera que el agua está fuertemente retenida e inaccesible para las raíces.

Al presentar esta especie un mayor Kc, significa que ésta evapotranspira más y por ende necesita mayores niveles de agua en el suelo y en su ausencia genera déficits de mayor magnitudes.

Como conclusiones generales del balance hídrico de las tres especies, se puede decir que es variable según especie debido a sus diferentes Kc. En aquellos cultivos más densos, homogéneos y que logran una mayor cobertura del suelo como *P.purpureum* y *P.notatum* se requieren mayores niveles de agua en el suelo debido a que la evapotranspiración de estos cultivos es mayor, y donde el agua proveniente de las precipitaciones y/o del riego no le sean suficientes para satisfacer la demanda atmosférica, estos tomarán mayores cantidades de agua del suelo y generarán mayores déficits.

Igualmente, el nivel de agua M1 logró cubrir estos requerimientos, con algunas excepciones para *P.purpureum* pero que no fueron de gran magnitud en la disminución de la lámina total de agua del suelo.

En el nivel de agua M2, el almacenaje y las deficiencias fueron variables según especie; teniendo *P.purpureum* los mayores valores de deficiencias, seguido de *P.notatum* y luego *P.dilatatum*. Los valores de almacenaje para las diferentes especies variaron desde 32 a 100% en el período seco.

En el nivel de agua M3, el almacenaje fue del 100% únicamente en el período lluvioso. Durante el período seco los valores variaron desde un mínimo de 7% a un máximo de 55%.

Los datos de los balances para las diferentes especies se presentan en el Anexo No.2 Balance Hídrico.

4.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

4.2.1 Producción de materia seca total acumulada

La producción de materia seca total en kg/ha corresponde a la suma de las fracciones lámina, tallo y malezas. Las diferencias en producción fue muy significativa para especie ($P < 0,001$) y significativo para la interacción nivel de agua*especie ($P < 0,04$).

Cuadro No.2. Producción total acumulada según especie.

Especie	Producción total (kg/ha de MS)
<i>P.purpureum</i>	10348 A
<i>P.notatum</i>	5242 B
<i>P.dilatatum</i>	4773 BC
<i>F.arundinacea</i>	3548 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey (P<0,05)

La especie con mayor producción total para todo el período evaluado fue *P.purpureum*, difiriendo significativamente de las demás especies. Tanto *P.notatum* como *P.dilatatum* obtuvieron producciones intermedias. Si bien la producción de *F.arundinacea* es menor, no difiere estadísticamente de *P.dilatatum*.

Este comportamiento es coherente desde el punto de vista del ciclo de las especies en estudio y su mecanismo fotosintético. *P.purpureum*, *P.dilatatum* y *P.notatum* son especies de ciclo estival, las cuales son favorecidas por las altas temperaturas y las radiaciones ocurridas en el verano, además de su mayor eficiencia en el uso del agua debido a su mecanismo fotosintético C4. Esto las hace más competitivas frente a una especie de ciclo invernal, con mecanismo fotosintético C3 como lo es *F.arundinacea*, cuyo fuerte en la producción es durante el período invierno-primavera.

Cuadro No.3. Producción de materia seca total acumulado por especie, según nivel de agua.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	10529 A	4649 C	5185 C	4885 C
M2	11277 A	4451 CD	6012 BC	4899 C
M3	9238 AB	5218 C	4529 C	861 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey (P<0,05)

La especie con mayor producción acumulada fue *P.purpureum* para los tres niveles de agua, no difiriendo estadísticamente entre ellos, y superó significativamente a las demás especies para los niveles de agua M1 y M2. En

M3 la producción de *P. purpureum* no difiere estadísticamente del rendimiento de *P. notatum* al nivel M2, si bien la diferencia es de 3000 kg/ha de MS.

Los paspalum presentaron un comportamiento intermedio. Su producción no difirió significativamente de la de *F.arundinacea* en los niveles de riego ET0 y M2, pero sí difirieron del M3 de *F.arundinacea*.

En otras palabras, a *P.purpureum* le fue indiferente el nivel de riego M1, M2 o el M3. Lo mismo ocurrió para los paspalum y *F.arundinacea*, aunque esta última especie sí obtuvo respuesta al riego ya que en M3 su producción disminuye significativamente.

Analizando las especies dentro de cada nivel de agua, vemos que para el M1 la especie con mayor producción es *P.purpureum*. Dentro del M2 se obtuvo el mismo comportamiento. En el M3 se encontraron diferencias significativas entre especies, siendo la especie más afectada *F.arundinacea* por su más acentuada disminución en la producción.

Para el caso de *P.notatum*, Mas (2007) obtuvo en un experimento con el cultivar Pensacola un rendimiento de 6190 kg/ha de MS, mientras que en M3 3910 kg/ha de MS. La relación riego/secano fue de 1,6.

El pasto elefante cv. Napier bajo riego, produce 39% más de MS en relación al pasto elefante no regado, lo que confirma la respuesta lineal de la producción en materia seca a la cantidad de agua aplicada (Teixeira et al., 2009). En el presente trabajo *P.purpureum* rindió 15% más bajo riego con respecto al secano.

Según Mas (2007), el factor multiplicador para *Panicum maximun* bajo riego fue el mayor, de 4,4 (rendimiento bajo riego 14420 kg/ha de MS y en secano 3280 kg/ha de MS), esto se puede explicar por ser un material sensible a la falta de agua y tener una capacidad importante de responder al riego en presencia de nitrógeno. En algunos casos la fertilización podría ser un elemento de distorsión en la estimación del efecto riego.

Maldonado et al., Lourenço, encontraron que las mayores producciones de materia seca para la especie *P.purpureum* se encontraban con las mayores láminas de agua (Mota et al., 2011). Jank et al., Pedreira y Tonato observaron que la producción potencial es de 20000 kg/ha de MS (Mota et al., 2011). Existen resultados de hasta 80000 kg/ha de MS (Santos, Deresz y Mozzer,

citados por Erbesdobler, 2002), de 7350 kg/ha de MS en 35 días para el pasto elefante cv Pioneiro (Santos, 2003). Mota et al. (2011) encontraron un aumento lineal y positivo en la materia seca al aumentar la lámina de agua.

Mas (2007) reporta la producción bajo riego de una mezcla invernal, de *Festuca arundinacea* y Trébol blanco para el segundo año, y obtuvo rendimientos de 5042 kg/ha de MS.

4.2.2 Producción de materia seca total según período seco-lluvioso

La producción de materia seca total acumulada en todo el período de evaluación fue muy significativo para especie ($P < 0,0001$) y para la interacción período*especie ($P < 0,0001$).

Cuadro No.4. Producción de materia seca total promedio por período según especie.

Especie	Producción total (kg/ha de MS)
<i>P.purpureum</i>	5174 A
<i>P.notatum</i>	2621 B
<i>P.dilatatum</i>	2387 BC
<i>F.arundinacea</i>	1774 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

P.purpureum fue la especie con mayor producción promedio por período, seguido por *P.notatum* y *P.dilatatum*, los cuales no difieren significativamente entre sí. *F. arundinacea* fue la especie de menor producción promedio no difiriendo significativamente de *P. dilatatum*.

Cuadro No.5. Producción de materia seca total por especie, según período seco y lluvioso.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
Seco	2764 BC	1341 D	1779 CD	1263 D
Lluvioso	7584 A	3432 B	3463 B	2286 BCD

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

Para el período lluvioso la especie con mayor producción fue *P.purpureum*, alcanzando 7584 kg/ha de MS en 77 días. *F.arundinacea* fue la

especie que obtuvo menores rendimientos, en el período seco sin presentar diferencias significativas con los paspalum, que tuvieron un comportamiento intermedio, siendo mayor su producción en el período lluvioso, el cual no difieren significativamente de la producción de *P.purpureum* en el período seco.

Analizando por período, vemos que en el período seco *P.purpureum* difiere estadísticamente de *F.arundinacea* y de *P.dilatatum*. A su vez, no hubo diferencias significativas en producción entre los paspalum y *F.arundinacea*.

Para todas las especies, las mayores producciones se obtuvieron en el período lluvioso, a excepción de *F. arundinacea* que a pesar de duplicar la producción no presentó diferencias significativas entre periodos. Porcentualmente, *P.purpureum* aumentó en un 274% su producción del período seco al lluvioso; *P.dilatatum* 256%, *P.notatum* 195% y *F.arundinacea* 181%. Estos incrementos en producción de MS al aumentar la disponibilidad hídrica son mayores a los obtenidos por Mas (2007), quien encontró que la relación riego/secano es 1,6.

Cuadro No.6. Producción de materia seca total acumulada promedio por periodo, para cada especie según nivel de agua.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	5264 A	2325 C	2593 C	2443 C
M2	5639 A	2226 CD	3006 BC	2450 C
M3	4619 AB	2609 C	2265 C	431 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

Como se observa en el cuadro, a excepción de *F. arundinacea*, no se encuentran aumentos significativos en la producción de MS al incrementar los niveles de riego.

La especie que más kg/ha de MS total produjo, tanto en M1, M2 y en M3 es *P.purpureum*, si bien esta última no difiere de *P.notatum* para el nivel de agua 50%.M1.

En M1 y M2 *P.notatum*, *P.dilatatum* y *F.arundinacea* no difieren significativamente entre sí, mientras que en M3 *F.arundinacea* es la especie que menos produce. Para este mismo período las especies *P.dilatatum* y

P.notatum no difieren significativamente entre sí y tienen una producción intermedia entre *F.arundinacea* y *P.purpureum*.

Mas (2007), publica que cuando llueve inmediatamente después o en plazos cercanos al riego, el exceso de agua puede actuar en detrimento del crecimiento de las plantas, mientras que la situación de seco queda en condiciones ideales para crecer, pudiendo superar al tratamiento con riego.

4.2.3 Producción de materia seca total según período de corte

La producción de materia seca total acumulada según período de corte (1, 2, 3 y 4) fue significativo para la interacción nivel de agua*especie ($P < 0,044$), y muy significativo para la interacción período*especie ($P < 0,0001$), para especie ($P < 0,0001$) y para período ($P < 0,0001$).

Cuadro No.7. Producción de materia seca total (kg/ha MS) promedio por período de corte para cada especie, según nivel de agua.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	2632 A	1163 C	1296 C	1221 C
M2	2819 A	1113 CD	1508 BC	1225 C
M3	2309 AB	1305 C	1132 C	215 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

En el cuadro se observa que *P.purpureum* es la especie que produjo más kg/ha de MS de lámina, tallo y malezas tanto en M1, M2 como en M3, aunque en este último no difiere significativamente de *P.notatum* nivel de agua M2.

Las especies *P.notatum*, *P.dilatatum* y *F.arundinacea* no difieren significativamente entre sí para los tres niveles de agua, a excepción de *F.arundinacea* en M3.

Del cuadro anterior se puede concluir que a todas las especies, independientemente del período de corte les fue indiferente el nivel de riego, a excepción de *F.arundinacea* en seco.

Cuadro No.8. Producción de materia seca total por período de corte según especie.

Período	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	1731 CD	447 E	665 E	327 E
2	1033 DE	894 DE	1114 DE	936 DE
3	2758 B	2744 B	2498 BC	1608 D
4	4826 A	688 E	972 DE	678 E

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

En el cuadro No.8 se aprecia que en el periodo 1, *P.purpureum* fue la especie que tuvo mayor producción total. Las demás especies no presentaron diferencias significativas entre sí.

En el periodo 2, no hubo diferencias significativas en la producción entre las especies, mientras que en el periodo 3, *F.arundinacea* fue la que menos producción tuvo y el resto de las especies no difirieron significativamente entre sí.

En el periodo 4, *P.purpureum* fue la especie que tuvo la mayor producción, llegando a ser casi 5 veces más con respecto al período 2 y casi 3 veces mayor con respecto al período 1.

Todas las especies aumentaron su producción hacia los períodos 3 y 4, momento en que mejoraron las condiciones hídricas del suelo para los niveles de agua M3 y M2. Para el caso de los paspalum, cuya producción es máxima en el período 3, otra de las causas de su aumento en la producción es debido al comienzo de la etapa de encañazón, lo que genera que la producción esté compuesta además de lámina, por tallo.

En los periodos 1 y 2 se ve una clara disminución de la producción para todas las especies. Teniendo en cuenta el balance hídrico y viendo que la producción aumenta en los períodos lluviosos 3 y 4, se podría decir que probablemente las bajas producciones de los primeros períodos se deban a un déficit hídrico de los niveles de agua M3 y M2. Para todas las especies se esperaba su mayor producción para el nivel de agua M1 en esta etapa, debido

a las mejores condiciones de temperatura y radiación y a la presencia de riego, el cual teóricamente logró cubrir los requerimientos.

Cuadro No.9. Producción de materia seca total promedio para cada período de corte según especie.

Especie	kg/ha de MS
<i>P.purpureum</i>	2587 A
<i>P.notatum</i>	1312 B
<i>P.dilatatum</i>	1193 BC
<i>F.arundinacea</i>	887 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

Como ya fue visto anteriormente la especie con mayor producción promedio por período de corte fue *P.purpureum*, siendo diferente estadísticamente de las especies. *P.notatum* no difiere en su producción de *P.dilatatum*, pero sí difiere significativamente de *F.arundinacea*. Sin embargo, la producción de *P.dilatatum* no es diferente a la de *F.arundinacea*.

Cuadro No.10. Producción de materia seca promedio de las especies según período corte.

Período	Producción total (kg/ha de MS)
3	2402 A
4	1790 B
2	994 C
1	793 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

La mayor producción de materia seca promedio para todas las especies fue en los períodos 3 y 4. La menor producción se obtuvo en los períodos 1 y 2, no siendo estos diferentes estadísticamente. Como dicho anteriormente, en los períodos 3 y 4 fue donde no fue necesario el riego debido a las intensas lluvias que ocurrieron en esos meses. La respuesta aquí obtenida para todas las especies en producción de materia seca, permite asegurar que existieron, en el primer período otros factores que afectaron el rendimiento y que no fueron, teóricamente, insuficiencias en el riego para el caso del nivel de agua M1 donde, como muestra el Balance Hídrico fue positivo en esa etapa y donde se

esperaba una respuesta diferencial para todas las especies en este nivel de agua.

Por ende el aumento en la producción en los dos últimos períodos se debe en parte a las lluvias, que permitieron recomponer las pastura y aumentar su producción, y en parte para el caso de los paspalum, el aumento puede deberse a que en esta época, finales de su ciclo productivo, comienzan a encañar, por lo tanto esa producción está constituida no solo por la producción de hojas sino también por la elongación de tallo.

4.3 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL DE MALEZAS

En el cuadro No.10 se presenta la producción de malezas, la cual fue muy significativa a nivel de especie ($P < 0,001$) y significativo para la interacción triple período de corte*nivel de agua*especie ($P < 0,0028$). El porcentaje de malezas en la producción de MS fue significativo para la interacción período de corte*nivel de agua*especie ($P < 0,0148$).

Cuadro No.11. Enmalezamiento expresado en kg/ha de MS según especie.

Especie	kg/ha de MS de malezas	% del total acumulado
<i>F.arundinacea</i>	1578 A	45
<i>P.dilatatum</i>	406 B	8.5
<i>P.notatum</i>	222 B	4,2
<i>P.purpureum</i>	47 B	0,45

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

Las malezas que aparecieron con más frecuencia fueron: *Conyza bonaerensis*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus eragrostis*, *Setaria geniculata*, *Sida rhombifolia* y *Sporobolus indicus*, todas de ciclo de producción estival.

Los resultados del cuadro anterior ilustran la baja participación de *F.arundinacea* a la materia seca total, a la cual contribuye con un 55 %. El alto grado y tipo de enmalezamiento que presentó esta especie, con respecto a las especies tropicales y subtropicales, explican las bajas tasas de crecimiento y producción total. Se trata de una especie de baja capacidad competitiva frente a especies estivales en condiciones de alta temperatura y disponibilidad hídrica.

Contrariamente, *P.purpureum* presenta los menores valores de enmalezamiento dado su porte alto y el sombreado que genera, impidiendo el desarrollo de malezas.

Según Tukey, Remison y Snaydon, Thom et al., citados por Pizarro (2002) *P.dilatatum* sería una especie buena competidora dada su capacidad alelopática. También *P. notatum* sería una especie que resiste la invasión de malezas dada la estructura densa y cerrada de la pastura (Burson y Watson, 1995)

Aguirre et al.¹ en el año anterior, obtuvieron similares resultados para *F.arundinacea* y *P.purpureum*. Tanto para *P.dilatatum* como para *P.notatum*, los porcentajes aumentaron con respecto al primer año, cuya producción de materia seca de malezas fue de 3,4% y 0,1% respectivamente.

Al realizar el análisis de la producción en kg/ha de MS de malezas según período de corte, nivel de agua y especie (ver anexo No. 3, Producción de malezas), se obtuvo como resultado que la especie con mayor producción de malezas fue *F.arundinacea*, difiriendo significativamente de las demás para el período 1, nivel de agua M3, período 2 nivel de agua M1, período 3 nivel de agua M2 y M3. Para todos los otros casos no hubo diferencias significativas entre especies, períodos y niveles de agua.

Este comportamiento era el esperado, ya que *F.arundinacea* es una especie perenne invernal, y a pesar de que haya tenido riego, las altas temperaturas afectan su producción y su competitividad frente a este tipo de malezas tan agresivas y de ciclo estival.

Se puede ver como en los períodos secos 1 y 2 fue más acentuada la producción de malezas en los tratamientos con riego (M1 y M2). Luego, en los períodos 3 y 4, al mejorar las condiciones hídricas también en el secano hubo producción de malezas.

Al analizar el porcentaje de malezas para cada especie, según nivel de agua y período de corte (ver Anexo No.3, cuadro No.), la especie que produjo

mayor porcentaje de malezas fue *F.arundinacea*, en los periodos 2 y 3, indistintamente de los niveles de agua.

Datos de bibliografía afirman que en los períodos posteriores a los riegos, el 16 % de los cultivos en secano rindieron un 18 % más ($P < 0,05$) forraje que los regados. La explicación está en que el riego origina además la infestación de malezas estivales, gramíneas y latifoliadas. Esto pudo constatarse en esta evaluación, ya que hacia los períodos 3 y 4 no solo aumentó la producción de materia seca de las especies en estudio, sino que también las malezas se vieron favorecidas.

4.4 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LÁMINA MÁS TALLO

El análisis de la varianza para la variable kg/ha de MS de lámina + tallo presentó efectos muy significativos para especie ($P < 0,001$). En el siguiente cuadro se presentan la producción de materia seca por hectárea de lámina más tallo según especie.

Cuadro No.12. Producción de materia seca en kg/ha de lámina más tallo según especie.

Especie	kg/ha de MS
<i>P.purpureum</i>	10300 A
<i>P.notatum</i>	5025 B
<i>P.dilatatum</i>	4367 B
<i>F.arundinacea</i>	1970 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0.05$)

La especie que produjo más materia seca en el total del período fue *P.purpureum*, difiriendo significativamente de las demás especies. Esto se explica por su origen tropical y su mecanismo fotosintético C4 lo cual lo hace más eficiente en el uso del agua manteniendo de esta forma altos niveles de producción aún con altas temperaturas. Lo mismo afirman los autores Fernandes y Rossiello, citados por Mota et al. (2010). Ellos explicaron que la mayor producción de gramíneas C4 se da por la alta capacidad fotosintética, la mayor eficiencia en el uso del agua y su alta respuesta a la fertilización nitrogenada obteniéndose altas tasas de crecimiento.

Con valores intermedios se encuentran *P.notatum* y *P.dilatatum*, especies subtropicales con mecanismo fotosintético C4 que no mostraron diferencias significativas entre estas.

La menor producción fue de *F.arundinacea*. Esto puede deberse a que es una especie invernal, con mecanismo fotosintético C3 y aun en condiciones de riego y fertilización, ésta presenta menores tasas de crecimiento y baja producción en comparación con las especies tropicales y subtropicales. Esta especie C3 cuando es sometida a altas temperaturas aumenta la foto respiración y se torna más ineficiente en el uso del agua. Sumado a esto, el alto grado de enmalezamiento estival con especies muy competitivas en ese período explica su baja producción.

Según Formoso (2010), festucas irrigadas aumentaron su producción desde 1000 kg/ha de MS en seco a 3000 kg/ha de MS cuando fueron regadas.

Estos resultados son claramente menores a los obtenidos el año anterior por Aguirre et al. ¹, donde obtuvieron para *P.purpureum* 26344 kg/ha, para *P.notatum* 9102, para *P.dilatatum* 9518 KG/HA y para *F.arundinacea* 1283 kg/ha de materia seca de lámina más tallo. Esta disminución en las especies tropicales puede deberse a la disminución en la población (macollos/m²) como se muestra en el cuadro 26 y 27, probablemente debido a las bajas temperaturas y heladas ocurridas durante el invierno del 2011 (ver datos meteorológicos en Anexo No.4). Contrariamente *F.arundinacea* en proporción produjo más MS en el segundo año con el mismo porcentaje de malezas y densidad de macollos 32% menor (570 vs 1006 kg/ha de MS en promedio). Probablemente, este aumento en la producción se explique por un mayor peso por macolla individual.

Por otra parte, Cáceres y Martinelli (2010), evaluaron la producción de materia seca acumulada en un período de 159 días (del 3 de diciembre del 2009 al 11 de mayo del 2010) de 3 materiales de *P.purpureum* sin riego. Los resultados obtenidos para el cultivar Mott fueron de 6933 kg/ha de materia seca.

4.4.1 Producción de materia seca de las fracciones lámina y tallo

La producción de lámina fue muy significativa para especie ($P < 0,001$). Para la fracción tallo fue significativa únicamente para especie ($P < 0,003$). El porcentaje de lámina más tallo con respecto al total de materia seca producida (lámina+tallo+malezas) fue significativo para la interacción nivel de agua*período de corte*especie ($P < 0,0332$).

Cuadro No.13. Componentes del total de materia seca acumulado en el período evaluado según especie.

Especie	Kg/ha MS lámina	Kg/ha MS tallo
<i>P.purpureum</i>	9711 A	589 B
<i>P.dilatatum</i>	2488 B	1879 A
<i>P.notatum</i>	3291 B	1728 A
<i>F.arundinacea</i>	1417 C	552 B

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

Como se aprecia en el cuadro, *P.purpureum* presentó los mayores valores en cuanto a producción de lámina, difiriendo significativamente de las demás especies. *P.notatum* y *P.dilatatum* presentaron un comportamiento intermedio, mientras que *F.arundinacea* produjo significativamente menos kg/ha de lámina.

La mayor proporción de lámina en relación al tallo de *P.purpureum* puede deberse en parte a la metodología de corte la cual era de 40 cm, mientras que para *P. notatum*, *P.dilatatum* y *F.arundinacea* era 5 cm. *P.purpureum* es una especie de entrenudos cortos que concentra el tallo en los primeros 40 cm, sumado a esto la ausencia de floración. En cambio *P.notatum* y *P.dilatatum* presentaron mayor proporción de tallos floríferos.

En cuanto a la producción de tallo, vemos que tanto *P.notatum* y *P.dilatatum* presentaron significativamente mayores valores que *P.purpureum* y *F.arundinacea*, las cuales no difirieron significativamente. Esto es concordante debido al ciclo de floración de estas especies, las cuales al acercarse al final de su estación de crecimiento comienzan a elongar su tallo para florecer.

Los datos obtenidos por Aguirre et al.¹ muestran que *P.dilatatum* produjo 4318 kg MS/ha de tallo, significativamente superior a *P.notatum*, el cual produjo 3434 kg.

Comparando estos resultados con los obtenidos el año anterior, se observaron las mayores diferencias para *P.purpureum* y *F.arundinacea*. Para la primera, la producción de materia seca total estaba explicada en un 100% por lámina, mientras que para el presente año se explica en un 94%. Para *F.aundinacea* en el primer año el porcentaje de lámina fue de 100% mientras que el segundo año fue de 72%.

Cáceres y Martinelli (2010), obtuvieron una producción de lámina de 4300 kg/ha de materia seca y 2633 kg/ha de tallo+vaina, para el cultivar Mott en la zona de Bella Unión sin riego.

Cuadro No.14. Porcentaje de lámina más tallo en relación a la producción total, por especie según nivel de agua y fecha de corte.

		Fecha de corte			
		1	2	3	4
<i>P.purpureum</i>	M1	100 A	100 A	100 A	97 A
	M2	100 A	100 A	100 A	94AB
	M3	100 A	100 A	100 A	96 A
<i>P.dilatatum</i>	M1	77 ABCD	67 ABCDE	84 ABC	73 ABCDE
	M2	81 ABC	83 ABC	74 ABCDE	65 ABCDE
	M3	86 AB	80 ABC	85 AB	68 ABCDE
<i>P.notatum</i>	M1	93 AB	95 A	88 AB	68 ABCDE
	M2	90 AB	99 A	95 AB	69 ABCDE
	M3	93 AB	87 AB	76 ABCD	83 ABC
<i>F.arundinacea</i>	M1	82 ABC	34 DEF	63 ABCDEF	67 ABCDE
	M2	74 ABCDE	42 CDEF	32 EF	52 BCDEF
	M3	74 ABCDEF	98 ABC	3 F	73 ABCDEF

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer (P<0.05)

Al analizar la variable porcentaje de lámina más tallo, se observa que existe interacción entre nivel de agua, especie y período.

Nuevamente *P.purpureum* es la especie que presenta los mayores porcentajes de lámina más tallo, dada su estructura y alta competitividad con malezas, que hace que el 100% la materia seca esté compuesta por lámina y tallo.

A pesar de esto, estadísticamente solo se puede afirmar que estos porcentajes de lámina más tallo son superiores a *F.arundinacea* para el período 2 y 3 para niveles de agua M2 en ambos períodos y M1 y M3 para los períodos 2 y 3 respectivamente.

La tasa de crecimiento de lámina tuvo un efecto muy significativo para nivel de agua*especie ($P < 0,037$).

Cuadro No.15. Tasa de crecimiento de lámina en kg/ha/día, por especie según nivel de agua.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	72 AB	16 CD	25 C	16 CD
M2	78 A	17 CD	26 C	13 CD
M3	62 B	21 C	21 C	2 D

Letras diferentes representan diferencias significativas por Tukey ($P < 0.05$)

Las mayores tasas de crecimiento de lámina se dan en *P. purpureum*, habiendo diferencias significativas entre nivel de agua M2 y M3, siendo superior para el primero. Las demás especies presentaron menores tasas de crecimiento que el *P. purpureum*, no existiendo diferencias significativas entre ellas. Para el nivel de agua M3 la especie que presenta menor tasa de crecimiento es *F. arundinacea*.

Según Carámbula (2007), para festuca en el verano la falta de agua limita su crecimiento más que las temperaturas elevadas.

A continuación se presentan los valores de tasa de crecimiento de lámina más tallo según especie para el período evaluado, el cual fue muy significativo para especie ($P < 0,001$).

Cuadro No.16. Tasas de crecimiento de lámina más tallo, expresadas en kg/ha/día de MS, según especie.

Especie	TC
<i>P.purpureum</i>	76 A
<i>P.notatum</i>	37 B
<i>P.dilatatum</i>	32 B
<i>F.arundinacea</i>	14 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0.05$)

Las altas tasas de crecimiento de las especies estivales explican su mayor producción total acumulada en el período evaluado. Dentro de ellas, *P.purpureum* difiere significativamente de *P.notatum* y *P.dilatatum*, presentando una tasa de crecimiento promedio, para los 134 días que abarcó el período de evaluación, de 76 kg/ha/día de MS. Esta cifra representa el doble de las tasas presentadas por las especies subtropicales.

F.arundinacea presentó valores significativamente menores, lo que se reflejó en su materia seca total acumulada. La tasa de crecimiento máxima de esta especie se da durante la primavera y es de 52 kg/ha/día de MS manteniendo en el verano tasas de crecimiento entre 10-20 kg/ha/día de MS (García, citado por Arenares et al., 2012).

Estos resultados son claramente menores a los obtenidos en el primer año de evaluación, donde para *P.purpureum* la tasa de crecimiento promedio de lámina más tallo fue de 230 kg/ha de materia seca. Para *P.notatum* fue de 80 kg/ha, para *P.dilatatum* 84 kg/ha y *F.aundinacea* 11 kg/ha. Esto probablemente se explique por una menor población en el segundo año cuyo aumento en el peso por macolla individual no fue suficiente como para igualar o superar lo obtenido con un número apropiado de macollas como se obtuvo en el período 2010-2011.

Cáceres y Martinelli (2010) obtuvieron tasas de crecimiento del orden de los 44 kg/ha/día de MS para *P.purpureum*, en un experimento sin riego en su primer año de evaluación.

4.4.1.1 Producción de materia seca de lámina, de tallo y de lámina más tallo según periodo seco-lluvioso

La producción de materia seca tuvo un efecto muy significativo para especie, tanto para lámina ($P < 0,001$), para tallo ($P < 0,0054$) como para lámina más tallo ($P < 0,001$).

En el periodo lluvioso *P.purpureum* es la especie que más kg de materia seca de lámina produjo, mientras que *F.arundinacea* presenta la menor producción y *P.notatum* y *P.dilatatum* presentaron valores de lámina intermedio.

Cuadro No.17. Producción de lámina, tallo y lámina más tallo por período seco y lluvioso según especie.

Período	Especie	Kg/ha MS lamina	Kg/ha MS tallo	Kg/ha MS lamina + tallo
Seco	<i>P.purpureum</i>	2764 B	0 D	2764 BC
	<i>P.dilatatum</i>	919 DE	209 CD	1128 D
	<i>P.notatum</i>	1052 DE	718 BC	1771 CD
	<i>F.arundinacea</i>	629 E	124 CD	689 D
Lluvioso	<i>P.purpureum</i>	6947 A	589 BCD	7537 A
	<i>P.dilatatum</i>	1570 CD	1669 A	3239 B
	<i>P.notatum</i>	2239 BC	1010 AB	3255 B
	<i>F.arundinacea</i>	788 DE	511 BCD	1281 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

En cuanto a kg de MS de lámina más tallo se observa que *P.purpureum* tiene el mayor peso total en el periodo lluvioso y *F.arundinacea* el menor. *P.notatum* y *P.dilatatum* tienen un peso de materia seca intermedio entre *F.arundinacea* y *P.purpureum*. En el periodo seco se observa que el peso en kg/ha de MS de lámina más tallo de *P.purpureum* fue el mayor difiriendo significativamente del resto de las especies que no difirieron entre ellas.

Resultados obtenidos el año anterior por Aguirre et al.¹, reportan mayores valores de producción de materia seca de lámina más tallo tanto en el período seco como en el lluvioso para *P.purpureum*, *P.dilatatum* y *P.notatum*.

En el caso de *F.arundinacea*, para el período seco no hubieron diferencias entre primer y segundo año, mientras que para el período lluvioso fue mayor la producción en el segundo año.

La producción de tallo del periodo seco fue significativamente menor a la del periodo lluvioso independientemente de la especie. Esto se debe a la floración de los paspalum hacia fines de verano, favorecidos por las altas precipitaciones registradas en este período.

En el siguiente cuadro se observan las diferentes tasas de crecimiento según periodo seco o lluvioso, la cual mostró efectos muy significativos para la interacción periodo*especie ($P < 0,001$).

Cuadro No.18. Tasa de crecimiento en kg/ha/día de MS según especie y periodo.

		TC lámina	TC lámina + tallo
Seco	<i>P.purpureum</i>	44 B	44 B
	<i>P.dilatatum</i>	15 DE	18 C
	<i>P.notatum</i>	17 DE	28 BC
	<i>F.arundinacea</i>	10 E	11 C
Lluvioso	<i>P.purpureum</i>	96 A	105 A
	<i>P.dilatatum</i>	22 CD	45 B
	<i>P.notatum</i>	31 C	45 B
	<i>F.arundinacea</i>	11 DE	18 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

En cuanto a la tasa de crecimiento de la lámina en el periodo lluvioso y en el periodo seco y la tasa de crecimiento total del periodo lluvioso, *P.purpureum* fue la especie que presentó mayores valores de crecimiento difiriendo significativamente del resto de las especies. *F.arundinacea* fue la que menor crecimiento de lámina tuvo en dicho periodo, mientras que *P.notatum* y *P.dilatatum* tuvieron un comportamiento intermedio.

En el periodo seco *P.purpureum* difirió significativamente en la tasa de crecimiento de lámina más tallo con *P.dilatatum* y *F.arundinacea*, siendo menor el crecimiento de estas últimas, mientras que *P.notatum* tuvo un comportamiento intermedio.

Las bajas tasa de crecimiento de *F.arundinacea* en el verano fueron reportadas por Barnes et al. (1995), quien afirma que el rebrote vegetativo de esta especie a menudo cesa durante el verano ante condiciones de calor y sequía, retomando el crecimiento en el otoño.

En conclusión, *P.purpureum* presentó una mayor producción de materia seca tanto en el periodo seco como en el lluvioso, teniendo en cuenta que la

composición era mayoritariamente láminas frente a la mayor proporción de tallo producido por las demás especies.

Valentim et al., citados por Pizarro (2002), obtuvieron tasas de crecimiento de 170 y 100 kg/ha/día para el período lluvioso y el seco respectivamente. Estos valores superan a los obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede ser explicado por estar en su zona tropical de origen.

Si bien existen diferencias significativas entre los dos periodos para la especie *P.notatum* la bibliografía lo cita como una especie tolerante a la sequía debido a la presencia de cera en las láminas foliares (Tishler et al., citados por Pizarro, 2002). Otros autores mencionan que esta tolerancia en parte se explica por la reducción de la tasa fotosintética de asimilación neta, como una forma de amortiguar el efecto de la falta de agua (Pizarro, 2002).

4.4.1.2 Producción de materia seca de lámina y de tallo y de lámina más tallo según fecha de corte

La producción de materia seca de lámina más tallo tuvo un efecto muy significativo para la interacción período de corte*especie ($P<0,001$) y significativa para especie según nivel de agua ($P<0,0341$).

Cuadro No.19. Producción en kg/ha de MS de lámina por especie según nivel de agua, promedio por periodo de corte.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	2449 AB	552 CD	853 C	548 CD
M2	2704 A	581 CD	907 C	438 CD
M3	2131 B	733 C	709 C	78 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P<0.05$)

P.purpureum fue la especie que obtuvo mayor producción de MS de lámina en kg/ha en M2, no difiriendo significativamente de M1, siendo significativamente superior al M3 y al resto de las especies. La producción de láminas dentro de las especie *F.arundinacea*, *P.dilatatum* y *P.notatum* no difiere estadísticamente para los distintos niveles de agua.

En M3 *P.purpureum* es la especie que mayor producción presenta, *F.arundinacea* fue la menor, *P.dilatatum* y *P.notatum* tuvieron un comportamiento intermedio.

A grandes rasgos, se puede concluir que la única especie que tuvo respuesta al riego en cuanto a producción de lámina fue *P.purpureum*, entre los niveles de agua M2 y M3.

Cuadro No.20. Producción de materia seca de lámina más tallo en los 4 períodos de corte.

Periodo	<i>P.purpureum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	1731 CD	661 E	429 E	310 E
2	1033 DE	1110 DE	699 E	379 E
3	2758 B	2346 BC	2616 BC	808 DE
4	4778 A	909 DE	624 E	473 E

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$)

Los resultados del presente cuadro muestran que en el primer periodo de corte (26 de diciembre) *F.arundinacea*, *P.dilatatum* y *P.notatum* no difirieron significativamente para la producción de materia seca de lámina más tallo. *P.purpureum* si difiere significativamente del resto de las especies siendo esta la de mayor producción.

En el segundo periodo (30 de enero) no se detectaron diferencias significativas entre las especies en producción de MS de lámina y tallo/ha.

No sucedió lo mismo para el tercer periodo (5 de marzo) donde la menor producción fue para *F.arundinacea*, en tanto *P.dilatatum*, *P.notatum* y *P.purpureum* rindieron producciones similares.

En el cuarto periodo (16 de abril) *P.purpureum* tuvo la mayor producción difiriendo significativamente del resto de las especies, las cuales no difirieron en sus producciones.

Tanto para *F.arundinacea*, *P.dilatatum* y *P.notatum* las producciones fueron crecientes hasta el tercer periodo y decreciente en el cuarto. Para *P.purpureum* los rendimientos fueron crecientes hasta el cuarto periodo, obteniéndose la mayor producción de materia seca con esta especie en este periodo.

Las diferencias en producción entre periodos pueden deberse a las precipitaciones ocurridas entre el segundo y tercer corte, ya que las temperaturas no fueron limitantes para el crecimiento. La temperatura promedio fue: 22,9°C, 26,1°C, 23,8°C, 20,5°C para el 1er, 2do, 3er y 4to corte respectivamente. Como ya se mencionó, la temperatura óptima para crecimiento para especies templadas se sitúa entre los 20 y 25°C, mientras que para especies tropicales el óptimo se sitúa en 30 a 35 °C (Cooper y Tainton, 1968).

Cáceres y Martinelli (2010) obtuvieron para el cultivar Mott un rendimiento de 1408, 2808 y 2717 kg/ha de materia seca en el primer, segundo y tercer corte respectivamente. Cabe aclarar que el experimento no incluía niveles de riego, y que el primer corte fue el 11 de febrero, el segundo el 23 de marzo y el tercero el 11 de mayo ya que era el primer año de evaluación y el primer corte se realizó 70 días post implantación. Si se compararan estos datos con los obtenidos en la evaluación 2011-2012 para los periodos 2, 3 y 4 se observan resultados similares a excepción del último período donde fue mayor el rendimiento en el presente trabajo.

Cuadro No.21. Tasa de crecimiento de lámina más tallo en kg/ha de MS, según período de corte para cada especie.

Período	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	62 B	15 C	24 C	11 C
2	30 C	20 C	32 C	10 C
3	79 B	75 B	67 B	23 C
4	129 A	17 C	25 C	13 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey (P<0,05)

En cuanto a la tasa de crecimiento de lámina más tallo, existe efecto significativo de la interacción fecha y especie. La especie que presentó mayor

tasa de crecimiento fue *P. purpureum* para el período 4. La tasa de crecimiento es mayor que cuando se evaluaba la tasa de crecimiento de la lámina solamente, explicado por el alargamiento de los entrenudos producido en dicho período y que contribuye con mayor aporte de MS. Para el periodo 1 y 3 *P.purpureum* no difiere significativamente de *P.notatum* y en el período 3 tampoco de *P.dilatatum*. Las menores tasas de crecimiento fueron para *F.arundinacea* en los 4 períodos y para *P.notatum* y *P.dilatatum* en los periodos 1, 2 y 4.

La fracción lámina tuvo efecto significativo para la interacción período de corte*especie ($P < 0.001$).

Cuadro No.22. Producción en kg/ha de MS de lámina por especie según fecha de corte.

Periodo	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	1731 C	401 G	439 FG	273 G
2	1033 DEF	517 EFG	613 EFG	357 G
3	2758 B	1059 DE	1398 CD	321 G
4	4189 A	511 EFG	841 DEFG	467 EFG

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$)

La mayor producción en kg/ha de MS de lámina se obtuvo con *P.purpureum* en los periodos 3 y 4. La producción de *P.purpureum* en el periodo 2 no difiere ni con la producción de *P.dilataum* ni con la *P.notatum*. *F.arundinacea* no se diferenció de *P. notatum* y *P. dilatatum* en los periodos 1, 2 y 4.

La tasa de crecimiento de lámina fue significativa para la interacción período de corte*especie ($P < 0,0378$).

Cuadro No.23. Tasa de crecimiento de lámina en kg/ha de MS para cada especie según período de corte.

Período	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	62 B	14 DEF	16 DEF	10 F
2	30 CDE	15 DEF	18 DEF	10 F
3	79 B	30 CD	40 C	9 F
4	113 A	14 DEF	23 DEF	13 EF

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$).

En el cuadro anterior se ve el efecto de período de crecimiento con la especie sobre la tasa de crecimiento de lámina. *P. purpureum* es la especie que presenta mayor tasa de crecimiento, llegando a crecer 113 kg de MS de lámina por hectárea por día, valor significativamente mayor que resultados obtenidos para la misma especie en diferentes períodos y mayor que cualquier otra de las especies evaluadas. Para esta especie la menor tasa de crecimiento se da en el período 2 debido probablemente al estrés hídrico que sufrió en este período en los niveles de agua M3 y M2.

P.notatum es la especie que le sigue con 40 kg de MS de lámina por hectárea por día para el período 3, y no se diferencia estadísticamente con *P.dilatatum* para el mismo período y *P.purpureum* para el período 2.

Para los demás períodos las tasas de crecimiento son significativamente menores para las especies restantes.

El porcentaje de lámina en relación a la suma de lámina más tallo fue significativo a nivel de fecha de corte ($P < 0,0001$) y para la interacción nivel de agua*período.

Cuadro No.24. Porcentaje de lámina en relación al total lámina más tallo, para cada especie según fecha de corte.

Fecha de corte	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	100 A	76 BC	62 CDE	71 BCD
2	100 A	59 CDE	53 DE	44 EF
3	100 A	35 F	52 DE	14 G
4	84 AB	56 DE	67 BCD	63 CDE

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$).

Al analizar los porcentajes de lámina, se puede ver que existe interacción entre fecha y especie. *P. pupureum* es la especie que presenta los mayores porcentajes de lámina, diferenciándose del resto de las especies para los primeros 3 periodos; lo que es de esperarse debido a la estructura que presenta, sin embargo para el último período se observa una disminución del porcentaje debido a que comienza la elongación de entrenudos.

Para *P.dilatatum* los porcentajes varían significativamente para los diferentes periodos, disminuyendo el porcentaje a medida que avanza el verano, debido a que en el 3er corte hay más proporción de tallo.

Los menores valores se registran para *F.arundinacea* y *P.dilatatum* en el período 3. Esto es debido a que *F.arundinacea* aumento la producción de tallos (vainas) que explica la caída de porcentaje de lamina.

Cuadro No.25. Porcentaje de lámina por fecha de corte según nivel de agua.

Período	M1	M2	M3
1	75 AB	76 AB	82 A
2	56 CDEF	63 ABCD	70 ABCD
3	54 DEF	49 EF	47 F
4	68 ABCD	63 BCDE	71 ABC

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$)

Los porcentajes de lámina también varían según el período y nivel de agua, registrándose los mayores valores para el período 1, independientemente del nivel de agua. Esto se debe a que las especies todavía se encuentran en la fase de crecimiento vegetativo, por lo que la mayor parte de la producción de biomasa corresponde a láminas.

El menor porcentaje de lámina se registró en el período 3, período en el cual las especies estivales comienzan su etapa reproductiva, lo que implica un cambio en la estructura de la planta, disminuyendo el porcentaje de producción de lámina, para aumentar el de tallo. En este período la menor producción de lámina se da a medida que disminuye el nivel de agua, la deficiencia hídrica repercute en un menor desarrollo foliar y por tanto en menor IAF máximo, determinando reducciones en la intercepción de luz y en la eficiencia de uso de la radiación (Nabinger, 1999).

La fracción tallo tuvo efecto significativo para la interacción especie*fecha de corte ($P < 0,0023$).

Cuadro No.26. Producción en kg/ha de MS de tallo por especie según período de corte.

Período	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	0 D	28 C	222 C	49 C
2	0 D	182 C	496 BC	80 C
3	0 D	1557 A	942 AB	499 BC
4	589 BC	113 C	68 C	17 C

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$)

Las especie de mayor producción de MS de tallo en kg/ha son *P.dilatatum* y *P.notatum* en el período 3, estas altas producciones de tallos es consecuencia de un incremento de la floración para ese momento.

P.purpureum presentó producción de tallo únicamente hacia el final del período, mientras que las especies de paspalum produjeron durante los 4 periodos de corte. Esto en parte se debe a que esta variedad de *P.purpureum* no encañó.

4.5 DENSIDAD DE MACOLLOS SEGÚN ESPECIE

En el cuadro a continuación se presenta la densidad de macollos/m², el cual fue significativo para la interacción nivel de agua por especie (P<0,0073).

Cuadro No.27. Densidad de macollos por m² según especie.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	58 D	1397 AB	743 C	677 C
M2	72 D	1597 A	990 BC	903 BC
M3	87 D	1440 AB	1020 BC	130 D

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey (P<0,05)

Como se observa en el cuadro la especie que presenta mayor población de macollos en todos los niveles de agua es *P.notatum*, seguido de *P.dilatatum*, y las de menor población fueron para *F.arundinacea* y *P.purpureum*.

Para el caso de *P.notatum* no hay diferencias significativas entre los niveles de agua, logrando la mayor población en el nivel de agua M2, mientras que en *P.dilatatum* la densidad fue decreciente con el nivel de agua, sin presentar diferencias significativas.

En el caso de *F.arundinacea* no son diferentes estadísticamente la población en los niveles de agua M1 y M2, siendo menor su población en M3. Por ende, esta especie tuvo respuesta al riego en cuanto a densidad de macollos.

Las menores densidades fueron determinadas en *P.purpureum* que no presentó comportamiento diferencial estadísticamente entre los distintos manejos del agua.

Hirata y Pakiding (1999), reportan una densidad de macollos de 3819 a 4791 macollos/m² para *P.notatum* sin riego. Estos datos se asemejan a los reportados por Boggiano et al. (2008) quienes afirman que la densidad de macollos disminuyó a niveles crecientes de N. Para una OF promedio del 8% y sin aplicaciones de nitrógeno, la densidad de macollos de esta especie medidas en periodo estival fue de 1834 macollos/m².

La temperatura óptima para el macollaje de *P.dilatatum* es de 27°C, mientras que para el crecimiento del macollo es de 30°C (Cooper y Tainton, 1968). Observando la Figura No. 2, vemos que únicamente para el mes de enero las temperaturas medias fueron cercanas a los 27°C, coincidiendo con el período de mayor déficit hídrico para los niveles de agua M2 y M3.

Según Hidalgo (2009) el macollaje se reduce por una disminución en la relación rojo/rojo lejano independientemente de la disponibilidad o intercepción de la radiación fotosintéticamente activa. El estrés hídrico puede afectar negativamente la tasa de macollaje y acelerar la muerte de hojas y macollos. Observando la variación en el almacenaje de agua del suelo para esta especie vemos que para el nivel de agua M3 se produjo un fuerte déficit hídrico durante el período seco mientras que para el nivel de agua M2 el déficit se concentró a principios de la evaluación (diciembre). Esto pudo haber repercutido en la tasa de macollaje, pero de haber sido así se esperarían diferencias con respecto al nivel de agua M1.

Según Bertín y Rosso, citados por Scheneiter (2005), en el caso pasturas de festuca, en el pico máximo se alcanzan alrededor de 2300 macollos m² en la primera mitad de la primavera, este valor cae bruscamente en verano, luego del pasaje al estado reproductivo alcanzando un pico mínimo de 1000 macollos m² y comienza a recuperarse lentamente a partir del otoño siguiente, valor muy superior al obtenido durante el período evaluado.

Formoso (2010) registra sobre un semillero de Tacuabé de tercer año, una población de más de 400 macollas/metro, con una frecuencia de corte de 45 días, una altura de corte de 4-5 cm y sembradas a 0,45m, lo que implica una población de más 800 macollas/m² en el mes de marzo. La máxima población de macollos de toda la estación de crecimiento se da alrededor del primero de setiembre, con una densidad de 1738 macollas/m. Este máximo comienza a originarse en el mes de agosto, previo al alargamiento de los entrenudos. A partir de esta fecha y hasta marzo comienza a disminuir la población de macollas por aumentos en la tasa de muerte, llegando a 420 macollas/m en el mes de febrero, lo que es un total de 924 macollas/m². Este valor se asemeja a lo obtenido en el mes de marzo para el manejo de agua M2.

Comparando los resultados con los del año anterior de la tesis de Aguirre et al.¹ se puede observar en el cuadro No. 27 la disminución que hubo en la población de macollas entre el primer y segundo año evaluado.

Cuadro No.28. Disminución de la población de macollos entre el primer y segundo año, expresado en porcentaje.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
M1	25	51	27	46
M2	31	57	35	77
M3	50	64	39	34

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey (P<0,05)

Comparando con los resultados del primer año, se registra una disminución poblacional para todas las especies en el segundo año. La especie mayormente afectada fue *F.arundinacea* para el nivel de riego M2, y la menos afectada *P.purpureum* nivel de riego M1. Se observa que de los 12 tratamientos, 5 perdieron más del 50% de la población de un año para otro.

Esta disminución en la población de macollos es probablemente el factor de mayor peso que explica la disminución en la producción total de materia seca del segundo año.

Si bien los factores que afectan el macollaje son diversos, se cree que probablemente los factores de mayor repercusión hayan sido las bajas temperaturas ocurridas en el invierno del 2011 (ver Anexo No. 4 Datos climáticos del invierno previo al período de evaluación) que pudo determinar la muerte de los mismos y al estrés hídrico que puede afectar negativamente la tasa de macollaje y acelerar la muerte de hojas y macollos.

Analizando y comparando los datos obtenidos durante el período evaluado y los datos arrojados por bibliografía, se observa una baja densidad de macollos para todas las especies evaluadas. Esto afirma que hubo algún factor perjudicial para las especies durante el invierno (bajas temperaturas y/o heladas) y/o el período seco, que provocaron que al comienzo de la estación de crecimiento de las especies su población sea menor. Esto sumado al déficit hídrico ocurrido en el período seco, provocó los bajos rendimientos obtenidos en el período evaluado, no pudiendo concretar las producciones esperadas.

Igualmente, debido a que el conteo de macollos se realizó a fines del período de evaluación (marzo), no es posible afirmar con certeza si la disminución ocurrió previo o durante el período de evaluación.

De todas formas, se espera obtener la máxima población de macollos más hacia finales del período que hacia el principio, ya que factores como el corte, fertilización nitrogenada y riego son considerados promotores del macollaje. Si al mes de marzo, cuando objetivamente y subjetivamente las especies se encontraban mejor, es de suponer que en el período seco esta población haya sido aún menor y por ende las bajas producciones que se registraron en este período.

4.5.1 Peso de macollos según especie

En el siguiente cuadro se presenta el peso promedio por macollo en gramos, y la partición en lámina y tallo, los cuales presentaron efecto significativo para especie ($P < 0,001$).

Cuadro No.29. Peso promedio por macollo (g) y peso de sus componentes (g) según especie.

Especie	Gramos por macollos	Gramos de lámina	Gramos de tallo
<i>P.purpureum</i>	16 A	11 A	5,164 A
<i>P.dilatatum</i>	0,533 B	0,147 B	0,387 B
<i>P.notaum</i>	0,403 B	0,126 B	0,278 B
<i>F.arundinacea</i>	0,001 B	0,055 B	0 B

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

P.purpureum fue la especie que presentó mayor peso promedio de macollos y de los componentes lámina y tallo, difiriendo estadísticamente del resto de las especies. Esto se debe a que es una especie de porte mayor con mayores tamaños de hoja, posee menor número de macollos pero de mayor peso. Para el caso de *F.arundinacea*, si bien el peso promedio de macollos es considerablemente inferior al de *P.dilatatum* y *P.notatum*, no difiere estadísticamente con éstas debido a la amplia variabilidad de los datos.

Los datos obtenidos en el primer año de evaluación muestran menor peso por macollo individual, exceptuando *F.arundinacea*. Los pesos por macollo individual obtenidos en el primer año fueron de 5,25; 0,35; 0,32 y 0,21 para *P.purpureum*, *P.dilatatum*, *P.notatum* y *F.arundinacea* respectivamente (Aguirre et al.¹) Dichas diferencias se deben a que al haber menor población en el segundo año los mismos tienen mayor peso.

Según Grant et al. (1981), Davies, citado por Chapman y Lemaire (1993) existe una relación inversa entre la densidad de macollos y el tamaño.

Poblaciones de plantas superiores pueden responder al estrés mediante variaciones en la tasa de crecimiento o mortalidad (Harper, citado por Kays y Harper, 1973). La mortalidad tiende a ser un proceso continuo durante la vida de poblaciones densas y Yoda et al., citados por Kays y Harper (1973) trabajando con variadas especies dicotiledóneas han mostrado que existe una relación matemática formal entre tamaño promedio de plantas vivas y la densidad residual en varias etapas de desarrollo para una población. El número de individuos sobrevivientes está relacionado a su peso promedio de manera tal que $w=cp^{-3/2}$, donde w es el peso seco promedio por planta, p es la densidad de plantas remanentes en la comunidad y c es una constante que varía con las especies.

Igualmente, a pesar de haber obtenido mayores pesos de macollos debido a una menor densidad, esta no pudo compensar la producción, ni siquiera llegó a igualar en comparación con el año anterior, y mucho menos a superarlo. Esto confirma la importancia de la densidad óptima para lograr los rendimientos esperados.

Probablemente, en el caso de que hubiese sido en el invierno el problema, el déficit hídrico ocurrido durante los primeros dos períodos acentuaron aún más este problema, el cual pudo recomponerse, en parte, durante los períodos lluviosos 3 y 4.

4.5.2 Partición de macollos en lámina y tallo/vaina

A continuación se muestran los porcentajes de tallo y lámina del macollo, las cuales mostraron un efecto significativo para especie ($P < 0,001$).

Cuadro No.30. Porcentaje de tallo y lámina según especie.

Especie	Porcentaje de Tallo	Porcentaje de Lámina
<i>P.dilatatum</i>	71 A	28 C
<i>P.notatum</i>	66 AB	34 BC
<i>F.arundinacea</i>	48 BC	52 AB
<i>P.purpureum</i>	31 C	69 A

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey ($P < 0,05$)

En primer lugar se observa que para las especie *P.dilatatum* y *P.notatum* los porcentajes de tallo superan a los de lámina, a diferencia de *F.arundinacea* y *P.purpureum*.

Esto se explica debido a que la medición de macollos se hizo en marzo, período en el cual estas especies estaban florecidas. Esto determina que el peso del tallo florífero tenga una mayor contribución en el total de materia seca.

Según Aguirre et al.¹, los porcentajes de lámina obtenidos en el primer año de la pastura son iguales a los obtenidos en este segundo año para la especie *P.dilatatum* (28%). Para las demás especies el porcentaje de lámina fue superior en el segundo año frente a los del primero: *P.notatum* (24%), *F.arundinacea* (46%) y *P.purpureum* (57%).

4.6 RELACIÓN MILÍMETROS Y PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL

Se analizaron las respuestas de cada especie para determinar la relación funcional entre milímetros de agua y kg/ha de materia seca.

Los datos presentados en el cuadro corresponden a las variables materia seca de lámina más tallo (MSLATA) y materia seca de lámina (MSLA) del periodo total (1-4) y el periodo lluvioso (3-4) para *F.arundinacea* y MSLATA para el periodo seco (1-2) de *P.dilatatum*.

Se obtuvieron relaciones funcionales para las siguientes variables: MSLATA (período 1-4), MSLA (período 1-4), MSLATA (período 3-4), MSLA (período 3-4) de la especie *F.arundinacea*, y MSLATA (período 1-2) de la especie *P.dilatatum*.

Cuadro No.31. Resultados del análisis de regresión entre producción de materia seca y milímetros, para las diferentes especies y fracciones según período.

Especie	Fracción	Período	a	B	Probabilidad	R ²	LC (95%)
<i>F.arundinacea</i>	MSLATA	1	-8005	8,83	0,0034	0,73	4,01-13,64
	MSLA	1	-5316	5,98	0,002	0,76	3,02-8,96
	MSLATA	3	-6180	7,6	0,007	0,67	2,8-12,5
	MSLA	3	-2997	3,9	0,003	0,74	1,82-5,94
<i>P.dilatatum</i>	MSLATA	1	565	2	0,049	0,48	0,01-3,99

Como puede apreciarse en el cuadro, únicamente para las fracciones observadas de las especies *F.arundinacea* y *P.dilatatum* la significancia (probabilidad) fue menor a 0,05.

El b nos indica la producción de materia seca en kilogramos por milímetro de agua. Vemos que únicamente fueron obtenidas relaciones funcionales para *F.arundinacea* en la fracción MSLATA en el total acumulado y que hubo respuesta en el período lluvioso (3+4). En cambio para *P.dilatatum* la respuesta medible fue en el período seco (1-2) para el total producido MSLATA.

En el caso de *F.arundinacea*, se observa que si bien la probabilidad es < 0,05, no hay diferencias significativas entre las fracciones, dado que hay superposición en los intervalos de confianza.

Para el caso de *P.dilatatum*, si bien el modelo es significativo tiene una muy baja predictibilidad ya que explica menos del 50% de la variación en la respuesta en función del agua.

4.7 RELACIÓN ENERGÍA FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA Y PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL

En el siguiente cuadro se presenta la eficiencia de conversión de materia seca (g) por unidad de energía (MJ PAR incidente) los cuales presentaron efecto significativo para período*nivel de agua ($P < 0,006$) y para período*especie ($P < 0,001$).

Cuadro No. 32. Gramos de materia seca producidos por unidad energía (MJ PAR incidente) según período de corte*nivel de agua.

	M1	M2	M3
1	0,26 CD	0,18 D	0,23 CD
2	0,30 CD	0,28 CD	0,13 D
3	0,73 A	0,67 A	0,59 AB
4	0,35 BCD	0,60 A	0,51 ABC

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$).

En el cuadro se observa que las mayores eficiencias se obtuvieron en los períodos 3 y 4 mientras que las menores fueron en el 1 y 2. Dentro de cada período no existen diferencias significativas entre los niveles de agua, a excepción del período 4 donde el M1 es significativamente inferior al M2.

La mayor eficiencia registrada en los períodos 3 y 4 se debe a las mayores producciones obtenidas. En el 3 para los niveles de agua M1 y M2 se observan los mayores valores, debido a la acumulación de nitrógeno ocurrida durante los períodos 1 y 2 sumado a las elevadas precipitaciones de este período lo cual repercutió positivamente en la producción y por ende en una mayor eficiencia en el uso de la energía.

Las menores eficiencias de los períodos 1 y 2 seco se explican por la baja producción de todas las especies durante este período.

Cuadro No.33. Gramos de materia seca producidos por unidad energía (MJ PAR incidente) según período de corte*especie.

	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	0,48 CD	0,12 E	0,18 E	0,10 E
2	0,28 DE	0,20 DE	0,32 DE	0,13 E
3	0,85 B	0,81 B	0,72 BC	0,26 DE
4	1,35 A	0,18 E	0,25 DE	0,16 DE

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0,05$).

P.purpureum difiere estadísticamente de las especies para el período 1 y 4. Para el periodo 2 no existen diferencias entre especies. Tampoco existen diferencias en el período 3 para las especies *P.purpureum*, *P.notatum* y *P.dilatatum*.

A pesar de que no hubo diferencias significativas se observa como en el período seco los valores de eficiencia son más bajos en comparación con el período lluvioso, esto probablemente se explique por los bajos rendimientos obtenidos en este período en todas las especies. Luego en el período lluvioso, el aumento de la producción trajo como consecuencia un aumento en la eficiencia del uso de la energía, ya que se recupera el IAF incrementando la intercepción de la radiación determinando que produjera más gramos de materia seca por unidad de energía.

4.8 CONSIDERACIONES FINALES

Los rendimientos obtenidos por las especies fueron bajos en relación al año anterior y no hubo respuesta al riego en la producción de materia seca acumulada dentro de cada especie, sí entre especies. Estos resultados se pueden deber a la disminución en la población de macollas, la cual se constató a finales del experimento y al déficit hídrico ocurrido durante los 2 primeros períodos, estimados para los tratamiento de riego M3 y M2.

Los 2 primeros períodos de crecimiento se caracterizaron por bajas precipitaciones y sumado al descenso de la población, produjeron bajos rendimientos para todas las especies. Los dos últimos períodos se caracterizaron por lluvias intensas y frecuentes lo cual tuvo una respuesta general de las especies que aumentaron la producción.

Si se desglosa por especie e independientemente del nivel de riego, *P.purpureum* fue la especie con mayor producción de materia seca acumulada, seguido de *P.notatum* y *P.dilatatum* y en último lugar *F.arundinacea*. En el período 3 fue donde se obtuvieron las mayores producciones para todas las especies a excepción de *F.arundinacea* la cual no varió su producción significativamente entre períodos.

Los niveles de agua mostraron diferencias entre especies y dentro de especies, *F.arundinacea* mostró comportamientos significativamente diferentes para algunas variables, como la materia seca total acumulada y por período, donde el M3 difirió de los demás niveles de riego. También la producción de malezas fue mayor en el período 3 para el nivel de agua M2 y la densidad de macollos que fue menor para el nivel de riego M3. Únicamente en estos casos se observaron diferencias dentro de la misma especie a los 3 niveles de riego.

Sí se constató diferencias al analizar la interacción especies por nivel de riego en la mayoría de las variables analizadas.

Al analizar las variables de producción, *P.purpureum* mostró un comportamiento significativamente superior a las demás especies, mientras *F.arundinacea* fue la especie con menor respuesta.

La producción de la fracción lámina fue modificada por los niveles de agua presentando interacción especie tratamiento.

La población de macollos es probablemente el factor de mayor peso que explica la disminución en la producción total de materia seca del segundo año. Comparando con los resultados del primer año, se registra una disminución poblacional para todas las especies, se observa que de los 12 tratamientos, 5 perdieron más del 50% de la población de un año para otro. Si bien esta disminución de la población trajo aparejado un aumento en el peso de las macollas ésta no alcanzó a compensar la producción.

No hay una coincidencia clara entre los resultados de los balances hídricos donde se aprecia diferencias en el agua disponible entre tratamientos de manejo de agua y la falta de significancia en los resultados de producción indicando el no efecto de los niveles de agua. Esta falta de coincidencia puede estar afectada por la ausencia de información local de K_c para pasturas, habiéndose utilizado valores de K_c de bibliografía en el cálculo del balance hídrico.

5. CONCLUSIONES

El nivel de producción de las especies se asoció a los diferentes metabolismos fotosintéticos y al origen de las mismas, siendo mayor en la especie tropical, intermedio en las subtropicales y menor en la templada.

Hubo una partición diferencial de la materia seca aérea entre especies, que no fue modificada por los diferentes niveles de agua.

La producción de la fracción lámina sí fue modificada por los manejos de agua.

Los manejos de agua no afectaron la población de macollas de las especies C4, ni el peso de las macollas en ninguna especie.

La reducción en la población no se compenso con el incremento en el peso de las macollas disminuyendo la producción.

La variabilidad en la información, justificaría más estudios con periodos de evaluación de más años ampliando la base de especies estudiadas.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta al riego suplementar de 4 especies perennes: una tropical *Pennisetum purpureum* (Pp), dos especies subtropicales, *Paspalum notatum* (Pn) y *Paspalum dilatatum* (Pd) y una especie templada *Festuca arundinacea* (Fa). Los manejos de agua consistieron en secano (M3), reposición del 50% de la ET₀ (M2) y reposición del 100% de la ET₀ (M1). El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni - Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay; 32°23'20.23" de latitud Sur y 58° 02'37.98" de longitud Oeste, sobre Brunosoles Éutricos Típicos Háplicos. El período experimental comprendió del 28 de noviembre de 2011 hasta el 11 de abril de 2012. Las producciones acumuladas de las especies para todo el período evaluado fueron: 10300 (Pp), 5025 (Pn), 4367 (Pd) y 1970 (Fa) kg/ha de materia seca. No se hallaron diferencias significativas entre manejos de agua sobre la producción acumulada, determinándose diferencias en la producción entre período seco y lluvioso. En producción de tallo la mayor producción fue para *P.notatum* y *P.dilatatum*, sin diferencias significativas entre ellos. La producción de malezas, fue mayor para *F.arundinacea*, siendo la interacción período de corte*nivel de agua*especie significativa. Se verificó la disminución en la población de macollos/m² para todas las especies en relación al año anterior, presentando a su vez de mayor peso/macollo. Se obtuvieron relaciones funcionales entre milímetros de agua y producción de materia seca, para *F.arundinacea* y *P.dilatatum*. Se determinó una relación positiva y lineal entre materia seca producida y grados días acumulados, siendo *P.purpureum* diferente y superior estadísticamente en los manejos de agua M2 y M1. La mayor eficiencia en el uso de la radiación (gramos de materia seca por MJ PAR incidente) fue para *P.purpureum*.

Palabras clave: Gramíneas; Especies megatérmicas; Especies tropicales; Respuesta al riego; Producción.

7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the response of 4 perennial species to different supplementary irrigation levels. The evaluated species were: one tropical type, *Pennisetum purpureum* (Pp); two subtropical type *Paspalum dilatatum* (Pd) and *Paspalum notatum* (Pn), and a temperate type, *Festuca arundinacea* (Fa). The considered irrigation treatments were: rainfed (M3) and two irrigation levels: M1 (replaced 100% of ET₀) and M2 (replaced 50 % of ET₀). The experiment was conducted in Mario A. Cassinoni Experimental Station- Agronomy School, Republic University, Uruguay (2°23'.23"S, 58°02'37.98"W) on Typic Argiudolls. The evaluation period extended from 28th November 2011 to 11th April 2012. The total dry matter production for the evaluated period was: 10300 (Pp), 5025 (Pn), 4367 (Pd) y 1970 (Fa) Irrigation treatments did not affect dry matter production in the different species, however, mean cumulative production was significantly affected by periods, obtaining higher productions in the rainy period. The highest production of stems were obtained in *P.notatum* and *P.dilatatum*, with no significant differences among them. *F.arundinacea* showed the highest weed production (significant interaction for cutting period*irrigation level*species). A decrease in tiller density was found for all the species compared with the previous year. However, tillers increased their weight. Functional relations were obtained in *F.arundinacea* and *P.dilatatum* for sheet and stems dry matter and only sheet dry matter for *P.dilatatum* when analyzed by regression between millimeters and production. A positive linear relation was obtained for dry matter production and cumulative day degrees for all species, being *P.purpureum* significantly superior for M1 and M2 irrigation levels. *P.purpureum* showed the highest radiation use efficiency.

Keywords: Grasses; Mega thermal species; Tropical species; Response to irrigation; Production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABAL, G.; D'ANGELO, M.; CATALDO, J.; GUTIÉRREZ, A. 2010. In: Conferencia Latino Americana de Energía Solar (4^a), Simposio Peruano de Energía a Solar (17^o., 2010, Cusco). Mapa solar del Uruguay. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 1-12.
2. ALENCAR, C.; DE OLIVEIRA, R.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; AGUIAR, J. L.; FRANÇA DA CUNHA, F. 2009. Lâminas de irrigação e estações anuais na cobertura do solo e altura de gramíneas cultivadas sob corte. Acta Scientiarum. Agronomy. 31(3):467-472.
3. ALMEIDA, E. X. 1997. Oferta de forragem de capim elefante año (*Pennisetum purpureum* Scum. Cv. Mott), dinamica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no alto vale do itajai, Santa Catarina. Tesis de Posgrado. Porto Alegre, Brasil. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Facultad de Agronomia. 112 p.
4. ALTAMIRANO, A; DA SILVA, H.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
5. ANDRADE, F. H.; AGUIRREZÁBAL, L.; RIZALLI, R. H. 2000. Crecimiento y rendimiento comparados. In: Andrade, F.H.; Sadras, V. O. eds. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana. pp. 61-96.
6. APEZTEGUIA, E. 1980. Aspectos básicos de la siembra em pasturas naturales. Paysandú, Facultad de Agronomía. 19 p.
7. ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; LIMA, E. S.; LISTA, F. N.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. 2009. Produção de matéria seca e composição bromatológica de genótipos de capim-elefante año. Archivos de Zootecnia. 60: 83-91.
8. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIVERO, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Montevideo, Facultad de Agronomía. 108 p.

9. ASAY, K. H.; JENSEN, K. B.; WALDRON, B. L. 2001. Responses of tall fescue cultivars to an irrigation gradient. *Crop Science*. 41: 350-357.
10. _____.; _____.; _____. 2002. Stability and yield of cool-season pasture grass species grown at five irrigation levels. *Crop Science*. 42: 890-896.
11. BARNES, R.; MILLER, D.; NELSON, C. 1995. In: Barnes, R.; Miller, D.; Nelson, C. *Forages; an introduction to grassland agriculture*. 5th. ed. Ames, Iowa, Iowa State University. v.1, pp. 346-516.
12. BEATY, R.; ASHLEY, A. 1976. Bahiagrass regrowth and physiological aging. *Journal of Range Management*. 29 (4): 54-67
13. BEMHAJA, M. 2000. Pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) INIA Lambaré. Montevideo, INIA. 14 p. (Boletín de Divulgación no. 72).
14. BERGOTTINI PALIERAQUI, J. G.; DE ALENCAR FONTES, C. A.; RIBEIRO, E. G.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FERNANDES, A. M. 2006. Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins mombaça e napier. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35(6): 2381-2387.
15. BOGGIANO, P.; ZANONIANI, R.; CADENAZZI, M. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada otoño invernal y oferta de forraje sobre la población de *Paspalum notatum* F1. In: Reunión del Grupo Técnico de Forrajeras en el Cono Sur; Bioma Campo (22^a., 2008, Minas). Innovando para mantener su sustentabilidad competitiva. Minas, Uruguay, s.e. pp. 151-170.
16. BRASILEIRO DE ALENCAR, C. A.; ALVES DE OLIVEIRA, R.; MARTINS, C. E.; CÓSER, C. A.; AGUIAR FIGUEIREDO, J. L.; FRANÇA DA CUNHA, F. 2009. Lâminas de irrigação e estações anuais na cobertura do solo e altura de gramíneas cultivadas sob corte. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 31(3): 467- 472.
17. BURSON, B. L.; WATSON, V. H. 1995. Bahiagrass, Dallisgrass, and other *Paspalum* species. In: Burson, B. L.; Watson, V. H. eds. *Forages; an introduction to grassland agriculture*. 5th. ed. Ames, Iowa, Iowa State University. v.1, pp. 431-462.

18. CÁCERES, D.; MARTINELLI, M. 2010. Evaluacion de tres materiales de *Pennisetum purpureum* Schum.(pasto elefante). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
19. CARÁMBULA, M. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
20. CARVALHO, M.M.; DE MOZZER, O.L. 1971. Efeito do sistema de plantio sobre o custo de formacao de produtividade de uma capineira com capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 6: 307-313.
21. CASTRO, M.; PEREYRA, S.; STEWART, S.; VERA, M.; CARDOZO, V.; RODRÍGUEZ, M. 2011. Festuca (*Festuca arundinacea*); cultivares evaluados en La Estanzuela, Uruguay, durante 2011. (en línea). Colonia, INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). s.p. Consultado mar. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/PubForrajeraPeriodo2011.pdf.
22. CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North). Proceedings. Wellington, SIR. pp. 55 – 64.
23. CLAVERO, T.; CARABALLO, L.; GONZÁLEZ, R. 2000. Respuesta del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv Mott. al pastoreo. Contenido mineral. Revista Facultad de Agronomía (LUZ). 17: 208-213.
24. COOPER, J. P.; TAITON, N. M. 1986. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. Herbage Abstracts. 38(3):167-176.
25. COUSO, L. L.; GATTI, M. L.; CORNAGLIA, P. S.; SCHRAUF, G. E.; FERNÁNDEZ, R. J. 2010. Are more productive varieties of *Paspalum dilatatum* less tolerant to drought?. Grass and Forage Science. 65: 296-303.
26. DA SILVA, M. M. P.; MALDONADO, H.; COELHO, J. F.; BRESSAN, R. E.; D'ÁVILA, E.; DA SILVA, S.; DA SILVA, C. 2000.

Disponibilidade de forragem e índice de área foliar de quinze clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) sob pastejo, em campos dos Goytacazes, RJ. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^{a.}, 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. pp. 1-8. Consultado 23 abr. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html.

27. DE MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DE LIMA, G.S.; BATISTA, A.M.V. 1998. Relação folha/colmo e digestibilidade “*in-situ*” de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35^{a.}, 1998, Botucatu). Anais. Botucatu, Sociedad Brasileira de Zootecnia. pp. 239-241. Consultado 6 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
28. DE SOUZA, G. 1991. Capim elefante. (en línea). In: Curso de Atualização em Pastagens (1991, Cascaver). Anais. Cascaver, Organização das Cooperativas do Estado do Parana. pp. 153-164.
29. DURÁN, A. 1985. El medio ambiente. En: Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. pp 47-64.
30. ERBESDOBLER, E.; DE ALENCAR, A.; QUEIROZ, D.S.; MALDONADO, H.; PEREIRA, M.M.; LADEIRA, A.C.; DE FREITAS, J.A. 2002. Avaliação do consumo e ganho de peso de novilhos em pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Napier, na estação chuvosa. Revista Brasileira de Zootecnia. 31 (5): 2123-2128.
31. FARIÑA, M. F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
32. FERREIRA, H.V.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; SALVATI, J.A.; TOGASHI, C.K.; VÁSQUEZ, H.M. 2002. Efeito de quatro níveis de adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca e a qualidade capim-elefante cv. napier sob pastejo. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^{a.}, 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 4 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
33. FAO. 1990. Evapotranspiración del cultivo; guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma. 297 p.

34. FORMOSO, F. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 200 p. (Serie Técnica no. 182).
35. GARCÍA PETILLO, M. 2012. Conceptos básicos para el manejo y diseño de riego. In: Seminario Internacional Riego en Cultivos y Pasturas (2º., 2012, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Ciudad, casa editora. pp. 23-32.
36. GOLLEY, F.B. 1961. Energy values of ecological materials. Ecology. 42: 581-584.
37. GOMIDE, J.A. 1990. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: Simpósio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp.59-87.
38. GRANT, S. A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut Lolium multiflorum swards. Grass and Forage Science. 36: 155-168.
39. HERRERA, P.; GONZALEZ, F.; ZAMORA, E. 2010. Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 19(1):5-9.
40. HIDALGO, G. L. 2009. Morfología del desarrollo y crecimiento de pasturas. (en línea). Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias. 13 p. Disponible en http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Zootecnia/Documentos/2010/Morfologia2009_1revisado.pdf
41. HIRATA, M., PAKIDING, W. 2001. Tiller dynamics in a bahiagrass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. Tropical Grasslands. 35: 151-160.
42. JACQUES, A.V.A. 1990. Fisiologia do crescimento do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). In: Simpósio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp. 23-33.
43. JIA, X.; DUKES, M. D.; JACOBS, J. M. 2009. Bahiagrass crop coefficients from eddy correlation measurements in central Florida. Irrigation Science. 28: 5–15.

44. KAYS, S.; HARPER, J. L. 1974. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. *Journal of Ecology*. 62: 97-105.
45. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
46. LEMAIR, G.; GOSSE, G.; CHARTIER, M. 1984. Mise au point d'un modele de prevision de production pour une culture de Luzerne. *Comptes Rendus Académie Sciences*. 3 (18): 541-544.
47. MANSFIELD, C. W.; MISLEVY, P.; HAMMOND, L. C. 1990. Yield and nutritive value of forages grown under irrigated and nonirrigated conditions. *Tropical Grasslands*. 24: 55-60.
48. MAS, C. 2007. Algunos aportes conceptuales y técnicos a la discusión del riego de pasturas con especial referencia a la rotación-ganadería. In: Seminario de Discusión Técnica. Importancia del Agua en el Actual Escenario Agrícola (2007, Paysandú). Posibilidades de aplicación de riego suplementario. Paysandú, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 1-2
49. MATSUMOTO DE SOUZA, E.; ISEPON, O. J.; BATISTA ALVES, J.; BASTOS, J. F.; CINTRA LIMA, R. 2005. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34(4): 1146-1155.
50. MISTURA, C.; DA FONSECA, D. M.; DE MELO MOREIRA, L.; FAGUNDES, J. L.; VIEIRA MORAIS, R.; DE QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. 2007. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36(6): 1707-1714.
51. MOLFINO, J. H.; CALIFRA, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay; segunda aproximación. Montevideo, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. División Suelos y Aguas. Dirección General de Recursos Naturales Renovables Uruguay. 13 p.

52. MONTEIRO, F.A. 1990. Adubação para estabelecimento e manutenção de capim-elefante. In: Simposio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp. 35-53.
53. MONTEJO, B. E.; MUSLERA, M. C.; PONCE DE LEON, I. 1996. Efecto de la suplementación proteica del ensilaje de pasto elefante en la evolución de peso de vaquillonas cruza Cebú por Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
54. MOTA, V. J.; DOS REIS, S. T.; JUNQUEIRA DE SALES, E. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; GONÇALVES DE OLIVEIRA, F.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; COSER, A. C. 2010. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Zootecnia. 39(6):1191-1199.
55. _____.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M.; MARTINS, C. E.; COSER, A. C. 2011. Laminas de irrigacao e doses de nitrogenio em pastagem de capim-elefante no periodo chuvoso no norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal (Salvador). 12(4): 908-922.
56. NABINGER, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (13^o., 1997, Piracicaba). Anais. Piracicaba, FEALQ. pp. 15-96.
57. PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. 1998. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. Revista Brasileira de Zootecnia. 27 (6): 1069-1075.
58. _____.; DERESZ, F.; AROEIRA, L.J.M.; FERNANDES, A.D.F.; ARAÚJO, M.S.N. 2000. Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de capim-elefante manejado sob pastejo rotativo em 66 diferentes estações do ano. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^a., 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. s.p. Consultado 12 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

59. PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. F. 2000. Grass its production y utilization. In: Hopkins, A. ed. The principles of pasture growth and utilization. 3rd. ed. Okehampton, Blackwell Science. pp. 31-89.
60. PEREIRA, A. R. 2005. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. *Bragantia* (Campinas). 64(2): 311-313.
61. PIZZARO, E. 2002. Potencial forrajero del genero *Paspalum*. *Pasturas Tropicales*. 22 (1): 38-46.
62. RIBEIRO, E. G.; ALENCAR FONTES, C. A.; BERGOTTINI, J. G.; PALIERAQUI, J. G.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CARNEIRO DA SILVA, R. 2009. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(8): 1432-1442.
63. RODRIGUES, A.L.R. 1984. Morphological and physiological responses of dwarf elephantgrass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schum.) to grazing management. Tesis PhD. Florida, USA. University of Florida. 192 p.
64. RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; CARVALHO, A.; DE SOUZA, M. S.; COSTA, N.; DE SEIXAS SANTOS, F. J.; BEZERRA, E. E. 2011. Efeito da irrigação e da adubação nitrogenada no teor de proteína bruta do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Pioneiro). In: PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. 5(4):1-8.
65. ROSENGURTT, B.; ARRILLAGA, B.; DE MAFFEI, B.; IZAGUIRRE DE ARTUCIO, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. 489 p.
66. SANTOS, F.M.; BATISTA, D.J.; CONCEIÇÃO, S.M.; DOS SANTOS, S.F.; CARACIOLO, F.R.; DE MELLO, A.L.; FARIAS, I.; DE FREITAS, E.V. 2003. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da mata de pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32 (4): 821-827.
67. SCHENEITER, O. 2005. Manejo de pasturas de festuca alta. (en línea). In: Jornada a Campo: Avances en Producción y Manejo de Pasturas (2005, Pergamino). Memorias. Pergamino, Sitio

Argentino de Producción Animal. pp. 1-3. Consultado 20 nov. 2012.
Disponibile en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/40-manejo_festuca.pdf

68. SETELICH, E.A. 1999. Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), sob pastejo no alto do Itajai, Santa Catarina. Tese Doutorado em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 104 p.
69. SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. Roma, FAO. 849 p. (Colección FAO. Producción y protección vegetal no. 23).
70. SLEPER, D. A.; BUCKNER, C. R. 1995. Fescues. In: Barnes, R.; Miller, D.; Nelson, C. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. 5th. ed. Ames, Iowa. Iowa State University. v.1, pp. 345-356.
71. SMEAL, D.; O'NEILL, M. K.; ARNOLD, R. N. 2005. Forage production of cool season pasture grasses as related to irrigation. *Agricultural Water Management*. 76:224-236.
72. SOLLENBERGER, L.E.; PRINE, G.M.; OCUMPAUGH, W.R.; HANNA, W.W.; JONES, C.S.; SCHANK, S.C.; KALMBACHER, R.S. 1989. Registration of "Mott" dwarf elephantgrass. *Crop Science*. 29 (3): 827-828.
73. TEIXEIRA VITOR, C. M.; DA FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DO NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. 2009. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(3): 435-442.
74. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; descripción de suelos. Montevideo. t.3, 452 p.
75. _____. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. s.f. Normales climatológicas 1960-1991. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 mar. 2013.

Disponible en <http://meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>

76. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. s.f. Llamado a estrategias asociativas en agua para la producción. Montevideo. s.p.
77. WALDRON, B. L.; ASAY, K. H.; JENSEN, K. B. 2002. Stability and yield of cool-season pasture grass species grown at five irrigation levels. Crop Science. 42: 890-896.

9. ANEXOS

Anexo No. 1

Datos climáticos del período de evaluación (noviembre 2011- abril 2012) de la estación meteorológica automática de la estación experimental Mario A. Cassinoni.

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de NOV. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO (km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR HORA DIRECCIÓN

1 16.7 23.5 5:00p 9.8 7:30a 3.0 1.3 0.0 11.3 33.8 2:00p E
2 19.4 26.8 6:00p 12.3 6:30a 1.7 2.8 0.0 8.4 33.8 9:00a ENE
3 21.6 28.6 4:30p 13.8 7:00a 0.8 4.0 0.0 8.7 32.2 1:00p ENE
4 22.8 30.4 6:00p 15.1 6:00a 0.7 5.2 0.0 8.4 33.8 1:30p ENE
5 24.9 30.8 5:30p 18.1 6:00a 0.0 6.6 4.8 6.4 53.1 5:00a S
6 21.8 28.5 6:00p 15.7 8:30a 0.4 3.7 0.0 6.8 24.1 6:30a SE
7 22.3 30.2 5:30p 15.1 8:00a 0.6 4.5 0.0 8.7 27.4 3:00a E
8 23.7 31.8 6:00p 15.7 8:00a 0.4 5.8 0.0 14.2 35.4 7:00p ENE
9 21.9 24.9 12:30a 18.8 12:00m 0.0 3.6 16.8 9.7 45.1 6:30a ENE
10 17.4 22.2 5:30p 12.6 6:30a 2.0 1.1 0.0 8.7 37.0 12:30p WSW
11 18.7 25.2 6:00p 11.6 7:30a 1.8 2.3 0.0 1.6 20.9 12:00p ENE
12 20.7 27.1 5:00p 14.1 7:00a 1.0 3.4 0.0 8.2 33.8 1:00p E
13 20.4 26.2 4:30p 13.9 7:30a 0.8 3.0 0.0 11.1 41.8 1:30p E
14 19.4 24.6 4:30p 14.3 8:00a 0.9 2.0 0.0 8.5 37.0 2:00p ESE
15 19.9 27.8 5:00p 10.2 7:00a 1.8 3.4 0.0 5.3 32.2 5:30p SE
16 22.7 30.4 5:30p 14.5 7:30a 0.7 5.0 0.0 2.3 22.5 5:30p SE
17 21.3 28.9 3:30p 13.6 7:30a 0.9 3.9 0.0 4.0 24.1 5:30p ESE
18 23.1 31.1 6:00p 15.1 7:00a 0.6 5.4 0.0 2.3 20.9 9:30a ENE
19 25.4 32.9 5:30p 17.2 6:30a 0.1 7.2 57.2 10.6 56.3 11:00p ENE
20 20.9 25.1 4:00p 18.1 3:30a 0.0 2.6 15.2 9.2 40.2 6:00a NNE
21 18.8 20.4 2:30a 16.2 9:30p 0.3 0.7 27.2 7.1 48.3 7:00p S

22 20.2 26.2 6:00p 14.2 7:30a 0.9 2.8 0.3 5.5 30.6 12:00p SW
23 21.2 27.7 5:30p 14.6 7:30a 0.9 3.8 0.0 5.0 27.4 2:30p NE
24 23.7 30.0 5:30p 16.6 7:00a 0.2 5.6 0.0 2.1 19.3 5:30p ENE

25 25.0 31.2 5:30p 17.2 7:30a 0.0 6.7 0.0 1.6 20.9 3:00p ENE
 26 26.8 33.8 5:00p 18.9 7:00a 0.0 8.5 0.0 1.3 16.1 6:30a ESE
 27 27.2 33.8 6:00p 20.3 7:00a 0.0 8.9 0.0 7.4 35.4 2:00p ENE
 28 26.3 31.8 1:30p 21.3 6:30a 0.0 8.0 0.0 2.7 24.1 5:00p ENE
 29 27.5 34.4 5:00p 20.2 7:00a 0.0 9.2 0.3 1.6 19.3 2:30p WSW
 30 20.0 26.0 12:30a 14.1 12:00m 0.4 2.1 10.2 14.0 45.1 12:30p SW

 22.1 34.4 29 9.8 1 20.7 133.1 131.8 6.7 56.3 19 ENE

Max >= 32.0: 4

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 57.15 ON 19/11/11

Días de lluvia: 8 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de DIC. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU

ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
 (km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO

MAYOR HORA DIRECCIÓN

 1 17.2 23.8 6:30p 9.2 7:00a 2.7 1.6 0.0 2.9 27.4 2:30p SSE
 2 20.2 27.1 6:00p 12.7 6:30a 1.5 3.4 0.0 6.1 25.7 3:30p E
 3 21.7 28.6 5:30p 14.3 7:00a 0.7 4.1 0.0 7.2 29.0 6:00p E
 4 22.4 27.9 6:00p 16.1 6:30a 0.3 4.4 0.0 5.5 24.1 9:00a E
 5 24.7 31.7 6:30p 17.9 7:00a 0.0 6.4 0.0 3.9 27.4 8:00a E
 6 24.9 32.4 6:00p 17.4 7:30a 0.1 6.7 0.0 4.5 25.7 12:30p SSW
 7 24.1 31.2 3:30p 16.2 6:00a 0.3 6.1 0.0 8.5 35.4 2:30p SE
 8 23.6 31.4 5:00p 15.7 7:00a 0.4 5.7 0.0 4.5 32.2 6:00p SE
 9 23.9 30.2 5:00p 17.2 7:30a 0.0 5.6 0.0 4.7 25.7 3:00p E
 10 24.2 30.8 6:00p 17.1 7:00a 0.1 6.0 0.0 6.3 30.6 4:30p E
 11 25.8 33.7 6:00p 17.9 7:00a 0.0 7.6 0.0 3.5 20.9 3:00p E
 12 22.8 26.8 5:00p 17.3 12:00m 0.0 4.5 0.0 10.0 38.6 6:00p SSW
 13 19.6 24.8 7:00p 12.8 7:30a 1.1 2.4 0.0 8.4 37.0 5:30p SSW

14 19.9 27.1 4:00p 13.8 5:30a 1.2 2.8 0.0 7.1 37.0 4:30p SSW
 15 20.3 28.0 5:00p 14.9 7:00a 0.9 2.8 0.5 8.0 37.0 6:30p SSW
 16 20.3 24.1 6:00p 17.1 3:00a 0.2 2.2 3.0 11.7 45.1 4:00p SSW
 17 19.8 24.1 8:00p 16.8 3:30a 0.3 1.9 0.3 6.9 33.8 2:30p SW
 18 23.5 32.2 5:00p 13.6 7:00a 0.8 6.0 0.0 6.9 37.0 1:00p SSW
 19 26.6 36.7 7:00p 15.1 6:30a 0.4 8.6 0.0 2.9 32.2 3:30p W
 20 27.8 36.2 4:30p 16.8 7:30a 0.1 9.5 0.5 3.5 24.1 11:30p SE
 21 30.0 38.9 4:30p 20.8 7:30a 0.0 11.7 0.8 10.3 35.4 3:00p NE
 22 24.3 31.2 1:30a 18.6 10:00a 0.0 6.0 65.8 7.1 48.3 10:00a ENE
 23 19.7 23.1 12:30a 14.2 11:00p 0.8 2.2 1.3 12.2 54.7 7:30p SE
 24 17.7 24.0 6:00p 12.3 5:00a 2.2 1.6 0.5 9.5 38.6 12:30a SSE
 25 19.6 26.8 6:30p 10.8 7:30a 1.9 3.1 0.0 4.8 24.1 11:30a SE
 26 22.9 29.3 5:30p 15.7 7:00a 0.3 4.9 0.0 5.8 29.0 1:00p ENE
 27 24.9 31.7 5:00p 18.1 6:30a 0.0 6.6 0.0 3.2 22.5 12:00p SE
 28 23.9 30.3 5:30p 16.6 7:00a 0.1 5.7 0.0 6.1 33.8 11:30a E
 29 24.4 31.2 5:00p 16.9 7:30a 0.1 6.2 0.0 6.1 27.4 1:30a E
 30 25.6 31.6 5:30p 19.4 7:30a 0.0 7.3 0.0 5.0 27.4 2:30a E
 31 24.7 31.2 6:00p 18.2 7:30a 0.0 6.4 0.0 5.8 30.6 2:00p SE

 22.9 38.9 21 9.2 1 16.5 159.9 72.6 6.4 54.7 23 E

Max >= 32.0: 6

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 65.79 ON 22/12/11

Dias de lluvia: 8 (> .2 mm) 2 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de ENE. 2012

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU

ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO

MAYOR HORA DIRECCIÓN

 1 24.3 31.4 6:00p 16.2 7:00a 0.2 6.2 0.0 6.9 30.6 3:00p ESE

2 25.5 33.6 6:30p 16.8 7:00a 0.1 7.3 0.0 2.3 22.5 4:00p E

3 25.4 32.7 4:00p 18.3 7:30a 0.0 7.1 0.0 4.8 35.4 1:30p SSE
 4 22.9 31.3 6:00p 13.7 7:30a 0.8 5.5 0.0 5.6 29.0 2:30p SE
 5 25.3 33.4 6:00p 17.1 7:00a 0.1 7.1 0.0 3.4 27.4 5:00p E
 6 27.6 36.3 7:00p 17.4 7:30a 0.0 9.3 0.0 4.2 33.8 11:30p ENE
 7 26.7 34.8 5:30p 17.9 7:30a 0.0 8.4 0.0 6.8 35.4 1:00a E
 8 27.2 35.2 6:30p 18.8 7:30a 0.0 8.9 0.0 6.3 40.2 2:00a E
 9 31.2 38.7 5:30p 23.6 4:00a 0.0 12.9 0.0 8.4 37.0 2:30p NE
 10 31.9 39.2 5:30p 24.5 7:00a 0.0 13.6 0.0 7.2 37.0 12:30p NE
 11 26.2 30.6 12:00p 22.4 8:00a 0.0 7.9 0.5 6.8 33.8 4:00p SW
 12 23.8 28.5 7:30p 20.1 12:00m 0.0 5.5 0.3 9.0 37.0 2:00p SE
 13 21.8 28.5 4:30p 14.4 7:00a 0.6 4.2 0.0 9.5 37.0 3:30p SSE
 14 22.6 29.6 5:00p 14.5 7:30a 0.6 4.9 0.0 3.9 30.6 5:00p SE
 15 24.4 32.1 6:30p 15.9 7:30a 0.2 6.3 0.0 3.7 25.7 2:30p E
 16 26.6 35.2 6:00p 17.1 6:30a 0.1 8.4 0.0 1.6 19.3 1:30p ENE
 17 28.1 35.9 5:00p 18.3 7:30a 0.0 9.8 0.0 3.2 25.7 5:30p E
 18 27.3 35.5 6:00p 18.3 7:00a 0.0 9.0 0.0 5.0 30.6 1:30a E
 19 29.6 37.1 6:30p 21.8 7:00a 0.0 11.2 0.0 4.3 27.4 2:00a ENE
 20 29.3 38.3 4:00p 24.0 6:30a 0.0 11.1 0.0 5.8 40.2 5:00p ENE
 21 26.7 35.4 6:00p 20.9 7:30a 0.0 8.4 0.0 3.5 32.2 7:30p ENE
 22 25.9 32.2 7:30p 21.5 8:00a 0.0 7.7 24.9 4.0 30.6 2:00a SSE
 23 27.7 35.2 6:30p 20.6 7:30a 0.0 9.4 0.0 2.3 20.9 3:30p SE
 24 23.8 28.7 7:00p 19.3 7:00a 0.0 5.5 27.9 10.0 72.4 1:30a SW
 25 22.2 27.8 6:00p 17.6 7:30a 0.0 3.9 0.0 8.4 30.6 6:30p S
 26 21.5 28.1 6:00p 13.8 7:30a 0.9 4.1 0.0 4.5 25.7 10:30a SE
 27 23.6 29.8 6:00p 16.9 7:30a 0.1 5.3 0.0 8.0 33.8 9:30a E
 28 24.7 31.3 6:00p 17.7 7:30a 0.0 6.4 0.0 7.4 30.6 2:00a ENE
 29 28.1 36.2 6:30p 19.3 7:30a 0.0 9.7 0.0 8.7 35.4 12:00p ENE
 30 30.3 37.6 4:30p 23.0 7:30a 0.0 12.0 0.5 4.3 30.6 10:30a ENE
 31 27.4 35.3 4:30p 21.6 12:00m 0.0 9.1 20.8 4.2 40.2 6:30p SE

 26.1 39.2 10 13.7 4 4.0 246.3 74.9 5.6 72.4 24 E

Max >= 32.0: 20

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 27.94 ON 24/01/12

Días de lluvia: 6 (> .2 mm) 3 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de FEB. 2012

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU

ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO

MAYOR HORA DIRECCIÓN

1 22.7 24.2 1:30p 21.4 10:30p 0.0 4.4 7.9 5.3 27.4 1:00a E
2 23.8 28.1 4:30p 20.7 7:00a 0.0 5.5 0.3 5.6 29.0 4:30p ENE
3 23.1 25.9 8:00p 21.3 7:00a 0.0 4.8 4.8 4.2 19.3 2:30p ENE
4 26.8 33.6 5:30p 21.1 6:30a 0.0 8.5 0.3 3.5 19.3 8:30a ENE
5 23.2 27.6 12:30a 20.4 3:00p 0.0 4.9 131.8 5.0 41.8 11:30a ENE
6 23.8 30.1 4:00p 21.3 3:00a 0.0 3.6 0.0 3.1 22.5 2:30p ENE
7 23.7 26.2 7:30p 21.0 9:30a 0.0 3.4 83.1 6.4 29.0 9:30a ENE
8 22.4 24.6 12:30a 19.6 6:30a 0.0 4.2 48.0 7.4 46.7 6:30a SW
9 22.7 27.1 4:30p 19.6 12:00m 0.0 4.4 0.3 7.6 30.6 3:00p S
10 20.4 26.6 6:00p 13.6 8:00a 0.9 3.1 0.0 4.0 29.0 1:30p S
11 21.2 27.8 9:00p 14.2 7:00a 1.0 3.8 0.0 0.8 22.5 5:00p SW
12 23.4 30.1 6:00p 15.9 7:30a 0.2 5.3 0.0 2.1 19.3 12:00p NE
13 25.1 32.0 6:00p 17.8 8:00a 0.0 6.8 0.0 3.7 27.4 12:00p ENE
14 26.7 34.6 7:00p 18.7 8:00a 0.0 8.3 0.0 2.7 19.3 3:30p W
15 28.6 36.6 6:30p 19.9 8:00a 0.0 10.2 0.0 2.3 17.7 11:00a E
16 29.7 35.7 5:30p 23.4 8:00a 0.0 11.4 0.0 6.3 25.7 4:00p NE
17 28.6 35.3 5:00p 23.4 8:00a 0.0 10.3 0.0 10.6 33.8 8:30p ENE
18 29.8 36.1 4:30p 23.9 7:30a 0.0 11.5 0.0 10.9 38.6 2:30p NE
19 29.1 33.9 5:00p 25.5 7:00a 0.0 10.8 0.0 5.8 20.9 9:30a NNE
20 23.9 26.6 12:30a 21.8 10:00a 0.0 5.6 18.8 6.3 32.2 11:30p ESE
21 23.1 27.1 4:30p 18.3 12:00m 0.0 4.7 2.8 8.0 35.4 6:00p S
22 21.2 27.8 8:30p 14.4 8:00a 0.9 3.9 0.0 2.1 17.7 12:30a SSE
23 21.5 26.1 6:30p 18.6 8:00a 0.0 3.2 0.0 5.3 25.7 10:00a SW
24 21.4 27.2 4:30p 15.2 7:00a 0.6 3.6 0.0 4.0 22.5 12:30p ESE
25 24.3 30.7 7:30p 18.2 7:00a 0.0 6.0 0.0 5.3 30.6 10:00a E
26 22.1 28.0 4:00p 15.8 8:00a 0.3 4.1 0.0 7.2 53.1 2:00a WSW
27 22.3 29.4 5:30p 15.5 8:00a 0.6 4.6 0.0 4.5 25.7 4:00p ENE
28 19.8 22.6 12:30a 18.3 9:30a 0.0 1.5 23.4 9.0 46.7 7:00a ENE
29 20.0 22.7 6:00p 18.5 9:30a 0.0 1.7 87.6 7.1 43.5 4:30a ESE

23.9 36.6 15 13.6 10 4.5 164.0 408.9 5.4 53.1 26 ENE

Max >= 32.0: 8

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 131.83 ON 05/02/12

Días de lluvia: 12 (> .2 mm) 9 (> 2 mm) 5 (> 20 mm)
Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de MAR. 2012

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG
MEDIA DEG DEG VIENTO DOM
DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR
HORA DIRECCIÓN

1 19.5 23.5 4:30p 15.6 11:30a 0.2 1.4 33.0 8.0 46.7 11:00a SW
2 20.4 26.3 6:30p 14.6 7:30a 0.9 3.0 0.3 1.9 19.3 2:30p E
3 22.8 28.6 6:00p 16.6 8:00a 0.2 4.7 0.0 1.6 16.1 4:00a ENE
4 24.7 31.1 5:30p 18.9 5:30a 0.0 6.4 0.0 0.0 0.0 --- ---
5 27.2 34.6 5:30p 21.0 8:00a 0.0 8.8 6.9 0.5 45.1 12:00m SSE
6 21.1 22.8 12:30a 19.7 4:00a 0.0 2.8 51.1 3.4 54.7 3:30a SW
7 24.2 29.3 6:30p 19.9 8:00a 0.0 5.9 0.3 0.0 4.8 12:00m S
8 25.9 30.3 4:30p 23.2 8:00a 0.0 7.7 0.5 0.6 17.7 2:00p SE
9 24.7 29.4 6:30p 20.6 7:30a 0.0 6.4 0.0 5.6 30.6 11:00a ENE
10 26.4 31.9 6:30p 21.4 8:00a 0.0 8.1 0.0 2.6 38.6 11:30a ENE
11 28.4 34.8 4:30p 22.8 7:30a 0.0 10.1 0.0 3.4 29.0 2:30p E
12 25.4 32.8 1:00p 21.9 11:30p 0.0 7.1 20.3 5.1 46.7 2:00p ENE
13 20.2 22.0 12:30a 17.9 12:00m 0.0 2.0 26.9 5.3 49.9 6:30a SSE
14 19.4 24.1 4:30p 15.1 11:30p 0.7 1.8 0.3 5.0 30.6 11:30a SSW
15 18.2 23.7 5:00p 13.0 7:00a 1.7 1.6 0.3 1.1 17.7 11:00a SSW
16 19.0 25.3 5:00p 12.2 6:30a 1.7 2.4 0.0 1.6 22.5 3:00p ENE
17 21.3 27.4 4:00p 15.8 6:30a 0.5 3.6 0.0 6.0 27.4 10:00a E
18 24.3 31.5 4:00p 17.8 7:30a 0.0 6.1 0.0 5.5 22.5 9:30a NE
19 25.9 31.8 4:00p 20.4 12:00m 0.0 7.6 0.0 6.4 41.8 12:00m ENE
20 21.4 25.2 5:00p 18.8 9:30a 0.0 3.1 42.2 6.1 37.0 3:30a SE
21 21.8 26.6 4:00p 17.7 7:30a 0.0 3.5 0.3 2.1 24.1 4:00p SW
22 19.2 23.6 2:00p 13.5 12:00m 0.7 1.6 1.5 4.7 32.2 3:00p SW
23 15.9 21.9 5:00p 10.9 6:30a 3.2 0.8 0.3 2.1 19.3 11:00a S
24 17.3 23.6 4:00p 10.7 7:30a 2.4 1.5 0.3 2.3 22.5 4:00p NE
25 18.1 23.2 1:30p 14.2 5:30a 1.3 1.2 1.8 3.1 22.5 10:30a ENE
26 17.5 22.6 3:00p 10.9 12:00m 1.6 0.9 0.0 4.7 43.5 6:00p SW
27 12.1 17.0 4:30p 7.9 7:00a 6.3 0.0 0.0 6.4 33.8 12:30p WSW

28 13.6 21.3 5:00p 5.9 7:00a 5.1 0.5 0.0 3.7 27.4 12:30p NNE
 29 17.3 25.9 6:30p 10.4 3:00a 2.8 1.8 0.0 4.2 25.7 2:00p NNE
 30 19.2 26.9 6:00p 12.0 7:30a 1.8 2.7 0.0 0.6 17.7 2:30p NW
 31 20.2 27.1 3:30p 14.4 7:30a 1.0 2.9 0.0 5.8 24.1 12:30p E

 21.1 34.8 11 5.9 28 32.3 117.9 185.9 3.5 54.7 6 ENE
 Max >= 32.0: 3
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 0
 Min <= -18.0: 0
 Max Lluvia: 51.05 ON 06/03/12
 Días de lluvia: 16 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 5 (> 20 mm)
 Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de ABR. 2012

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
 ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
 (km/hr)

CALOR FRÍO AVG
 MEDIA DEG DEG VIENTO DOM
 DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO
 MAYOR HORA DIRECCIÓN

 1 20.8 27.7 4:00p 14.4 6:30a 1.0 3.4 0.0 0.8 14.5 4:30a E
 2 21.2 29.2 4:30p 13.1 7:30a 1.0 3.9 0.3 0.0 0.0 --- ---
 3 22.7 29.2 5:00p 18.4 7:30a 0.0 4.4 0.0 1.0 17.7 3:30p ENE
 4 24.3 30.7 2:30p 18.0 7:30a 0.0 6.0 0.0 7.7 29.0 10:30a NE
 5 19.0 25.8 1:00a 13.6 12:00m 0.8 1.5 33.3 7.4 41.8 2:00a SW
 6 16.9 23.8 5:30p 9.8 7:00a 2.7 1.4 0.3 1.8 20.9 3:00p NNW
 7 19.1 27.4 4:30p 11.0 7:30a 1.9 2.7 0.0 4.5 32.2 3:30p N
 8 19.8 24.6 5:30p 16.5 12:00m 0.3 1.8 1.0 2.9 17.7 11:00a SE
 9 19.8 25.6 4:00p 14.9 6:30a 1.0 2.5 0.0 10.0 38.6 9:00a E
 10 19.9 23.4 4:30p 18.1 7:30a 0.0 1.6 43.4 7.7 35.4 12:30p E
 11 20.6 24.8 3:30p 17.8 1:30a 0.0 2.4 0.5 1.6 20.9 2:30p E
 12 19.9 25.0 4:30p 15.2 7:30a 0.4 2.1 0.3 1.4 16.1 3:30p S
 13 19.6 23.7 4:30p 15.1 5:30a 0.8 2.1 0.0 2.3 16.1 10:30a SE
 14 20.2 26.3 5:00p 14.7 8:00a 0.7 2.5 0.5 3.1 20.9 2:30p SSW
 15 19.3 25.5 5:30p 14.6 6:00a 1.1 2.0 0.3 1.4 17.7 1:30a SSW

16 19.7 26.1 4:00p 13.1 8:00a 1.3 2.7 0.0 2.7 19.3 12:30p SE
17 20.1 26.9 4:30p 15.3 12:00m 0.9 2.6 0.0 4.5 25.7 2:00p ENE
18 19.4 27.0 5:00p 10.4 7:30a 1.9 3.1 0.3 1.4 17.7 1:00p NNE
19 21.0 26.3 5:00p 15.8 8:00a 0.3 3.0 0.0 3.2 24.1 3:00p ENE
20 20.8 27.4 4:30p 14.8 7:00a 0.9 3.4 0.3 0.2 8.0 4:00a NE
21 16.9 21.1 3:00p 8.3 12:00m 2.1 0.7 3.6 6.8 32.2 1:30p S
22 11.0 17.4 1:00p 7.2 2:30a 4.3 0.0 0.0 0.3 11.3 12:30p S
23 13.9 17.6 5:00p 8.4 12:00m 2.9 0.0 0.3 1.1 19.3 10:30p SW
24 9.6 14.6 4:30p 4.7 8:00a 8.7 0.0 0.0 0.8 17.7 10:00a SE
25 12.1 17.8 3:00p 6.0 6:30a 6.2 0.0 0.0 2.9 22.5 10:00a SE
26 12.3 16.2 1:30p 6.6 12:00m 6.0 0.0 0.0 4.7 25.7 2:30p SW
27 10.6 17.1 3:30p 3.5 7:30a 7.7 0.0 0.0 1.3 19.3 2:00p SSE
28 11.2 13.6 2:30p 9.9 1:00a 7.2 0.0 5.8 3.1 19.3 7:00p SSE
29 10.5 14.6 4:00p 7.8 12:00m 7.8 0.0 0.8 3.4 27.4 5:00p SW
30 9.9 15.7 4:30p 5.1 8:30a 8.3 0.0 0.3 0.2 14.5 2:00p ENE

17.4 30.7 4 3.5 27 78.0 55.7 90.9 3.0 41.8 5 SE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 43.43 ON 10/04/12

Días de lluvia: 16 (> .2 mm) 4 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

Anexo No.2 Balance Hídrico

Datos de la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay
1: 1 000 000.

DESCRIPCION N°95

UNIDAD San Manuel (SM)
SUELO Brunosol Eutrico Típico Fr. (Argiudol Típico)
PERFIL P 15 - 2
AUTOR G. Acosta - J. Liesegang - J. Piñeyrúa
UBICACION Departamento Paysandú
Hoja 44
Coordenadas 6415 - 6420 y 290 - 295
Foto 24 - 019
POSICION TOPOGRAFICA - Ladera ligeramente convexa, alta
PENDIENTE 2%
MATERIAL GENERADOR - Lodolitas cuaternarias sobre Fray Bentos
USO ACTUAL Y VEGETACION -
N°ANALISIS 3490 - 3493 (D.S.)

- 0 - 10 cm Pardo muy oscuro (10 YR 2.5/2); franco arcilloso; granular
A₁ grande, moderada y bloques subangulares pequeños, moderados; friable; raíces abundantes; transición gradual.
- 10 - 25 cm Pardo muy oscuro (10 YR 2/1.5); franco arcilloso; bloques
A₃ subangulares, pequeños y moderados, rompiendo a granular; ligeramente duro; raíces abundantes; transición gradual.
- 25 - 46 cm Negro (10 YR 2.5/1); arcilloso, bloques subangulares pequeños y medios, fuerte, rompiendo a granular; duro; películas de arcilla, delgadas, discontinuas; raíces abundantes; transición clara.
B₂
- 46 - 54 cm Pardo oscuro (7.5 YR 3/2); franco; bloques subangulares pequeños y medios, moderada; firme; raíces abundantes; transición abrupta.
B₃
- 54 y + cm Amarillo rojizo (7.5 YR 6.5/4) con nódulos de arcilla rojo
R . amarillento (5 YR 4/6).

UNIDAD: San Manuel (SM)

SUELO: Brunosol Eutrico
Típico Fr

PERFIL: P 15 -2

HORI- ZONTE	PROFUNDIDAD cm	ANALISIS GRANULOMETRICO			PH		MATERIA ORGA- NICA %	N TOTAL %	CaCO ₃ %	Fe ₂ O ₃ %
		ARENA	LIMO	ARCILLA	H ₂ O	KCl N				
A ₁	0 - 10	35.1	29.7	35.2	7.60	6.90	6.77	0.29	0.30	
A ₃	10 - 25	32.4	29.6	38.0	7.50	6.65	4.86	0.21	0.13	
B ₂	25 - 46	30.5	22.4	47.1	7.70	6.70	3.98	0.19	0.13	
B ₃	46 - 54	39.2	38.2	22.6	7.90	6.95	1.93	0.15	2.58	
R	54 +								-	

Agua disponible según tipo de suelo

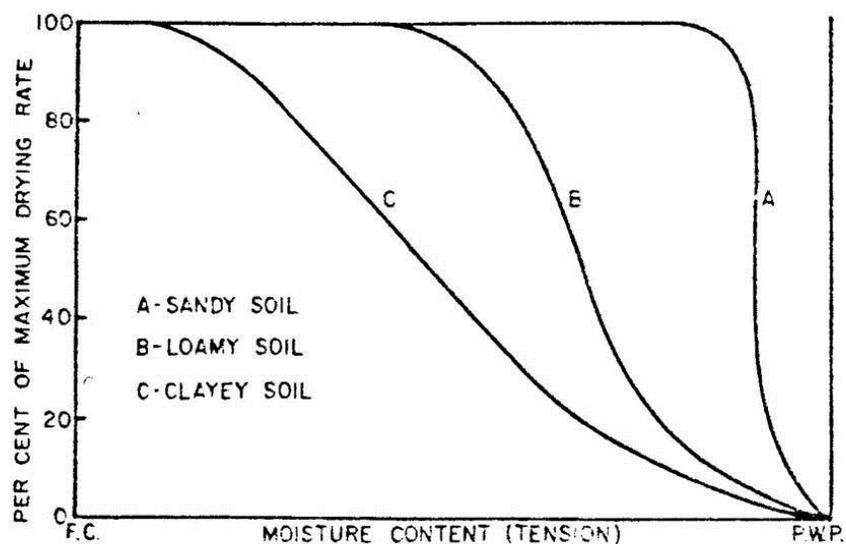


FIGURE 78. Drying rate of three types of soil (after Holmes).

Resultados del balance hídrico: Unidad San Manuel ; Lámina 117,3 mm ; Fecha: dic 2012 – abr 2013

Especie: *P. notatum*

Nivel de agua: Secano

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	0	52	25	0	0	
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0	41
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0	40
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	28
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	20
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	21
	OCT	1 al 10		100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	84
		11 al 20		79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	20	100
		21 al 30		25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	88
	NOV	1 al 10		21,6	55,6		-34,0	77,3	-26	0	0	0	66
		11 al 20		79,1	59,2		19,9	97,2	20	0	0	0	83
		21 al 30		38,0	54,2		-16,2	84,7	-13	0	0	0	72
DIC	1 al 10	0,5	0,0	64,3	32,1	-32,1	64,4	-20	20	12	0	55	
	11 al 20	0,7	4,3	56,8	39,8	-35,5	47,6	-17	21	19	0	41	
	21 al 30	0,9	68,4	65,9	59,3	9,1	56,7	9	59	0	0	48	
2012	ENE	1 al 10	0,5	0,0	71,7	35,9	-35,9	41,8	-15	15	21	0	36
		11 al 20	0,7	0,8	64,1	44,8	-44,0	28,7	-13	14	31	0	24
		21 al 30	0,9	74,1	64,5	58,0	16,1	44,8	16	58	0	0	38
FEB	1 al 10	0,5	276,5	29,3	14,6	261,9	117,3	73	15	0	189	100	
	11 al 20	0,7	18,8	54,5	38,1	-19,3	99,5	-18	37	2	0	85	
	21 al 30	0,9	113,8	39,3	35,4	78,4	117,3	18	35	0	61	100	
MAR	1 al 10	0,5	92,1	39,3	19,6	72,5	117,3	0	20	0	72	100	
	11 al 20	0,7	90,0	38,3	26,8	63,2	117,3	0	27	0	63	100	
	21 al 30	0,9	4,2	37,6	33,8	-29,6	91,1	-26	30	3	0	78	
ABR	1 al 10	0,5	78,3	34	17,0	61,3	117,3	26	17	0	35	100	

P: Precipitaciones ; ETP: Evapotranspiración ; Etc: ETP*Kc ; P-ETP: Precipitaciones – Evapotranspiración ; ALM: almacenaje con respecto a la lámina total del suelo (77,5 mm) ; varALM: variación de almacenaje con respecto a la década anterior ETR: D: Deficiencias

Nivel de agua: ET50%

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego ET50%
								0						
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0		
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0	41	
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0	40	
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,3	-15	15	30	0	28	
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	20	
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,7	1	37	0	0	21	
	OCT	1 al 10		100,5	26,4		74,1	98,8	74	0	0	0	84	
		11 al 20		79,1	40,4		38,8	117,0	18	0	0	20	100	
		21 al 30		25,8	40,7		-14,9	103,0	-14	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10		21,6	55,6		-34,0	77,1	-26	0	0	0	66	
		11 al 20		127,1	59,2		67,9	117,0	40	0	0	28	100	48
		21 al 30		38,0	54,2		-16,2	101,9	-15	0	0	0	87	
DIC	1 al 10	0,5	0,0	64,3	32,1	-32,1	77,4	-24	24	8	0	66	0	
	11 al 20	0,7	4,3	56,8	39,8	-35,5	57,2	-20	25	15	0	49	0	
	21 al 30	0,9	116,4	65,9	59,3	57,1	114,3	57	59	0	0	97	48	
2012	ENE	1 al 10	0,5	48,0	71,7	35,9	12,1	117,0	3	36	0	0	100	48
		11 al 20	0,7	48,8	64,1	44,8	4,0	117,0	0	45	0	0	100	48
		21 al 30	0,9	122,1	64,5	58,0	64,1	117,0	0	58	0	64	100	48
FEB	1 al 10	0,5	276,5	29,3	14,6	261,9	117,0	0	15	0	262	100		
	11 al 20	0,7	18,8	54,5	38,1	-19,3	99,2	-18	37	2	0	85		
	21 al 30	0,9	113,8	39,3	35,4	78,4	117,0	18	35	0	60	100		
MAR	1 al 10	0,5	92,1	39,3	19,6	72,5	117,0	0	20	0	72	100		
	11 al 20	0,7	90,0	38,3	26,8	63,2	117,0	0	27	0	63	100		
	21 al 30	0,9	4,2	37,6	33,8	-29,6	90,8	-26	30	3	0	77		
ABR	1 al 10	0,5	78,3	34	17,0	61,3	117,0	26	17	0	35	100		

Nivel de agua: ET0

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0			
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0	41		
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0	40		
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0	28	
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0	20	
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0	21	
	OCT	1 al 10		100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	0	84	
		11 al 20		79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	0	20	100	
		21 al 30		25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10		69,6	55,6		14,0	117,3	14	0	0	0	0	100	48
		11 al 20		79,1	59,2		19,9	117,3	0	0	0	0	20	100	
		21 al 30		38,0	54,2		-16,2	102,2	-15	0	0	0	0	87	
DIC	1 al 10	0,5	48,0	64,3	32,1	15,9	117,3	15	32	0	0	0	100	48	
	11 al 20	0,7	52,3	56,8	39,8	12,5	117,3	0	40	0	0	0	100	48	
	21 al 30	0,9	116,4	65,9	59,3	57,1	117,3	0	59	0	57	100	48		
2012	ENE	1 al 10	0,5	48,0	71,7	35,9	12,1	117,3	0	36	0	0	100	48	
		11 al 20	0,7	96,8	64,1	44,8	52,0	117,3	0	45	0	52	100	96	
		21 al 30	0,9	74,1	64,5	58,0	16,1	117,3	0	58	0	16	100		
FEB	1 al 10	0,5	276,5	29,3	14,6	261,9	117,3	0	15	0	262	100			
	11 al 20	0,7	18,8	54,5	38,1	-19,3	99,5	-18	37	2	0	85			
	21 al 30	0,9	113,8	39,3	35,4	78,4	117,3	18	35	0	61	100			
MAR	1 al 10	0,5	92,1	39,3	19,6	72,5	117,3	0	20	0	0	72	100		
	11 al 20	0,7	90,0	38,3	26,8	63,2	117,3	0	27	0	0	63	100		
	21 al 30	0,9	4,2	37,6	33,8	-29,6	91,1	-26	30	3	0	0	78		
ABR	1 al 10	0,5	78,3	34	17,0	61,3	117,3	26	17	0	35	100			

Especie: *P. dilatatum*
 Nivel de agua: Secano

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0		
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0		
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0		
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0	
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0	
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0	
	OCT	1 al 10			100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	84
		11 al 20			79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	20	100
		21 al 30			25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	88
	NOV	1 al 10			21,6	55,6		-34,0	77,3	-26	0	0	0	66
		11 al 20			79,1	59,2		19,9	97,2	20	0	0	0	83
		21 al 30			38,0	54,2		-16,2	84,7	-13	0	0	0	72
DIC	1 al 10	0,45	0,45	0,0	64,3	28,9	-28,9	66,2	-19	19	10	0	56	
	11 al 20	0,6	0,6	4,3	56,8	34,1	-29,8	51,4	-15	19	15	0	44	
	21 al 30	0,75	0,75	68,4	65,9	49,4	19,0	70,4	19	49	0	0	60	
2012	ENE	1 al 10	0,45	0,45	0,0	71,7	32,3	-32,3	53,4	-17	17	15	0	46
		11 al 20	0,6	0,6	0,8	64,1	38,4	-37,6	38,8	-15	15	23	0	33
		21 al 30	0,75	0,75	74,1	64,5	48,4	25,7	64,5	26	48	0	0	55
	FEB	1 al 10	0,45	0,45	276,5	29,3	13,2	263,3	117,3	53	13	0	211	100
		11 al 20	0,6	0,6	18,8	54,5	32,7	-13,9	104,2	-13	32	1	0	89
		21 al 30	0,75	0,75	113,8	39,3	29,5	84,3	117,3	13	29	0	71	100
	MAR	1 al 10	0,45	0,45	92,1	39,3	17,7	74,4	117,3	0	18	0	74	100
		11 al 20	0,6	0,6	90,0	38,3	23,0	67,0	117,3	0	23	0	67	100
		21 al 30	0,75	0,75	4,2	37,6	28,2	-24,0	95,6	-22	26	2	0	81
	ABR	1 al 10	0,45	0,45	78,3	34	15,3	63,0	117,3	22	15	0	41	100

Nivel de agua: ET50%

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego ET50%	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0			
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0			
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0			
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0		
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0		
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0		
	OCT	1 al 10			100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	84	
		11 al 20			79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	20	100	
		21 al 30			25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10			21,6	55,6		-34,0	77,3	-26	0	0	0	66	
		11 al 20			127,1	59,2		67,9	117,3	40	0	0	28	100	48
		21 al 30			38,0	54,2		-16,2	102,2	-15	0	0	0	87	
	DIC	1 al 10	0,45		0,0	64,3	28,9	-28,9	79,9	-22	22	7	0	68	0
		11 al 20	0,6		4,3	56,8	34,1	-29,8	62,0	-18	22	12	0	53	0
		21 al 30	0,75		116,4	65,9	49,4	67,0	117,3	55	49	0	12	100	48
	ENE	1 al 10	0,45		48,0	71,7	32,3	15,7	117,3	0	32	0	0	100	48
		11 al 20	0,6		48,8	64,1	38,4	10,4	117,3	0	38	0	0	100	48
		21 al 30	0,75		122,1	64,5	48,4	73,7	117,3	0	48	0	74	100	48
	FEB	1 al 10	0,45		276,5	29,3	13,2	263,3	117,3	0	13	0	263	100	
		11 al 20	0,6		18,8	54,5	32,7	-13,9	104,2	-13	32	1	0	89	
		21 al 30	0,75		113,8	39,3	29,5	84,3	117,3	13	29	0	71	100	
	MAR	1 al 10	0,45		92,1	39,3	17,7	74,4	117,3	0	18	0	74	100	
		11 al 20	0,6		90,0	38,3	23,0	67,0	117,3	0	23	0	67	100	
		21 al 30	0,75		4,2	37,6	28,2	-24,0	95,6	-22	26	2	0	81	
ABR	1 al 10	0,45		78,3	34	15,3	63,0	117,3	22	15	0	41	100		

Nivel de agua ET0

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM 0	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego ET0	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0			
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0			
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0			
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0		
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0		
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0		
	OCT	1 al 10		100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	0	84	
		11 al 20		79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	0	20	100	
		21 al 30		25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10		69,6	55,6		14,0	117,3	14	0	0	0	0	100	48
		11 al 20		79,1	59,2		19,9	117,3	0	0	0	0	20	100	
		21 al 30		38,0	54,2		-16,2	102,2	-15	0	0	0	0	87	
DIC	1 al 10	0,45	48,0	64,3	28,9	19,1	117,3	15	29	0	0	0	100	48	
	11 al 20	0,6	52,3	56,8	34,1	18,2	117,3	0	34	0	0	0	100	48	
	21 al 30	0,75	116,4	65,9	49,4	67,0	117,3	0	49	0	67	100	48		
2012	ENE	1 al 10	0,45	48,0	71,7	32,3	15,7	117,3	0	32	0	0	100	48	
		11 al 20	0,6	96,8	64,1	38,4	58,4	117,3	0	38	0	58	100	96	
		21 al 30	0,75	74,1	64,5	48,4	25,7	117,3	0	48	0	26	100		
	FEB	1 al 10	0,45	276,5	29,3	13,2	263,3	117,3	0	13	0	263	100		
		11 al 20	0,6	18,8	54,5	32,7	-13,9	104,2	-13	32	1	0	89		
		21 al 30	0,75	113,8	39,3	29,5	84,3	117,3	13	29	0	71	100		
	MAR	1 al 10	0,45	92,1	39,3	17,7	74,4	117,3	0	18	0	74	100		
		11 al 20	0,6	90,0	38,3	23,0	67,0	117,3	0	23	0	67	100		
		21 al 30	0,75	4,2	37,6	28,2	-24,0	95,6	-22	26	2	0	81		
	ABR	1 al 10	0,45	78,3	34	15,3	63,0	117,3	22	15	0	41	100		

Especie: *P.purpureum*
 Nivel de agua: Secano

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0		
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0		
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0		
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0	
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0	
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0	
	OCT	1 al 10			100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	84
		11 al 20			79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	20	100
		21 al 30			25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	88
	NOV	1 al 10			21,6	55,6		-34,0	77,3	-26	0	0	0	66
		11 al 20			79,1	59,2		19,9	97,2	20	0	0	0	83
		21 al 30			38,0	54,2		-16,2	84,7	-13	0	0	0	72
DIC	1 al 10	0,5	0,0	64,3	32,1	-32,1	64,4	-20	20	12	0	55		
	11 al 20	0,8	4,3	56,8	45,5	-41,2	45,4	-19	23	22	0	39		
	21 al 30	1,15	68,4	65,9	75,7	-7,3	42,6	-3	71	5	0	36		
2012	ENE	1 al 10	0,5	0,0	71,7	35,9	-35,9	31,4	-11	11	25	0	27	
		11 al 20	0,8	0,8	64,1	51,3	-50,5	20,4	-11	12	39	0	17	
		21 al 30	1,15	74,1	64,5	74,1	0,0	20,4	0	74	0	0	17	
	FEB	1 al 10	0,5	276,5	29,3	14,6	261,9	117,3	97	15	0	165	100	
		11 al 20	0,8	18,8	54,5	43,6	-24,8	95,0	-22	41	2	0	81	
		21 al 30	1,15	113,8	39,3	45,2	68,6	117,3	22	45	0	46	100	
MAR	1 al 10	0,5	92,1	39,3	19,6	72,5	117,3	0	20	0	72	100		
	11 al 20	0,8	90,0	38,3	30,6	59,4	117,3	0	31	0	59	100		
	21 al 30	1,15	4,2	37,6	43,2	-39,0	84,1	-33	37	6	0	72		
ABR	1 al 10	0,5	78,3	34	17,0	61,3	117,3	33	17	0	28	100		

Nivel de agua: ET50%

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego ET50%	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0			
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0			
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0			
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0		
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0		
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0		
	OCT	1 al 10			100,5	26,4		74,1	98,9	74	0	0	0	84	
		11 al 20			79,1	40,4		38,8	117,3	18	0	0	20	100	
		21 al 30			25,8	40,7		-14,9	103,3	-14	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10			21,6	55,6		-34,0	77,3	-26	0	0	0	66	
		11 al 20			127,1	59,2		67,9	117,3	40	0	0	28	100	48
		21 al 30			38,0	54,2		-16,2	102,2	-15	0	0	0	87	
DIC	1 al 10	0,5		0,0	64,3	32,1	-32,1	77,7	-24	24	8	0	66		
	11 al 20	0,8		4,3	56,8	45,5	-41,2	54,7	-23	27	18	0	47	0	
	21 al 30	1,15		116,4	65,9	75,7	40,7	95,4	41	76	0	0	81	48	
2012	ENE	1 al 10	0,5		48,0	71,7	35,9	12,1	107,5	12	36	0	0	92	48
		11 al 20	0,8		48,8	64,1	51,3	-2,5	105,3	-2	51	0	0	90	48
		21 al 30	1,15		122,1	64,5	74,1	48,0	117,3	12	74	0	36	100	48
	FEB	1 al 10	0,5		276,5	29,3	14,6	261,9	117,3	0	15	0	262	100	
		11 al 20	0,8		18,8	54,5	43,6	-24,8	95,0	-22	41	2	0	81	
		21 al 30	1,15		113,8	39,3	45,2	68,6	117,3	22	45	0	46	100	
	MAR	1 al 10	0,5		92,1	39,3	19,6	72,5	117,3	0	20	0	72	100	
		11 al 20	0,8		90,0	38,3	30,6	59,4	117,3	0	31	0	59	100	
		21 al 30	1,15		4,2	37,6	43,2	-39,0	84,1	-33	37	6	0	72	
ABR	1 al 10	0,5		78,3	34	17,0	61,3	117,3	33	17	0	28	100		

Nivel de agua: ET0

Año	MES	Días	Kc	P	ETP	Etc	P-ETP	ALM	varALM	ETR	D	E	ALM%	Riego ET0	
2011	AGO	1 al 10		77,6	25,3		52,3	52,3	52	25	0	0			
		11 al 20		14,7	23,9		-9,2	48,4	-4	19	5	0			
		21 al 30		28,7	30,9		-2,2	47,5	-1	30	1	0			
	SET	1 al 10		0,0	44,9		-44,9	32,4	-15	15	30	0	0		
		11 al 20		6,6	41,7		-35,1	24,0	-8	15	27	0	0		
		21 al 30		37,6	36,9		0,8	24,8	1	37	0	0	0		
	OCT	1 al 10			100,5	26,4	0,0	74,1	98,9	74	0	0	0	84	
		11 al 20			79,1	40,4	0,0	38,8	117,3	18	0	0	20	100	
		21 al 30			25,8	40,7	0,0	-14,9	103,3	-14	0	0	0	88	
	NOV	1 al 10			69,6	55,6	0,0	14,0	117,3	14	0	0	0	100	48
		11 al 20			79,1	59,2	0,0	19,9	117,3	0	0	0	20	100	
		21 al 30			38,0	54,2	0,0	-16,2	102,2	-15	0	0	0	87	
DIC	1 al 10	0,5		48,0	64,3	32,1	15,9	117,3	15	32	0	0	100	48	
	11 al 20	0,8		52,3	56,8	45,5	6,8	117,3	0	45	0	0	100	48	
	21 al 30	1,15		68,4	65,9	75,7	-7,3	110,2	-7	76	0	-7	94	48	
2012	ENE	1 al 10	0,5		48,0	71,7	35,9	12,1	117,3	7	36	0	0	100	48
		11 al 20	0,8		96,8	64,1	51,3	45,5	117,3	0	51	0	46	100	96
		21 al 30	1,15		74,1	64,5	74,1	0,0	117,3	0	74	0	0	100	
FEB	1 al 10	0,5		276,5	29,3	14,6	261,9	117,3	0	15	0	262	100		
	11 al 20	0,8		18,8	54,5	43,6	-24,8	95,0	-22	41	2	0	81		
	21 al 30	1,15		113,8	39,3	45,2	68,6	117,3	22	45	0	46	100		
MAR	1 al 10	0,5		92,1	39,3	19,6	72,5	117,3	0	20	0	72	100		
	11 al 20	0,8		90,0	38,3	30,6	59,4	117,3	0	31	0	59	100		
	21 al 30	1,15		4,2	37,6	43,2	-39,0	84,1	-33	37	6	0	72		
ABR	1 al 10	0,5		78,3	34	17,0	61,3	117,3	33	17	0	28	100		

ANEXO No.3 Producción de malezas

Producción en kg/ha de MS de malezas según período de corte, nivel de agua y especie.

Fecha de corte	Nivel de agua	<i>P.purpureum</i>	<i>P.dilatatum</i>	<i>P.notatum</i>	<i>F.arundinacea</i>
1	ET0	0 D	53 D	8 D	20 D
	ET50%	0 D	2 D	3 D	29 D
	Secano	0 D	0 D	2 D	8 BCD
2	ET0	0 D	415 BCD	13 D	1028 AB
	ET50%	0 D	170 CD	0 D	644 BCD
	Secano	0 D	0 D	0 D	8 BCD
3	ET0	0 D	95 D	109 D	293 BCD
	ET50%	0 D	175 CD	54 D	1666 A
	Secano	0 D	116 D	293 BCD	1330 ABC
4	ET0	11 D	28 D	88 D	212 CD
	ET50%	110 D	80 D	94 D	360 BCD
	Secano	21 D	83 D	5 D	135 BCD

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0.05$)

Porcentaje de malezas para cada especie, según nivel de agua y período de corte.

Especie	Nivel de agua	Período de corte			
		1	2	3	4
<i>P.purpureum</i>	ET0	0 E	0 E	0 E	0,33 E
	ET50%	0 E	0 E	0 E	2 E
	Secano	0 E	0 E	0 E	0,33 E
<i>P.dilatatum</i>	ET0	11 E	29 BCDE	3 E	5 E
	ET50%	0,33 E	12 E	10 E	9 E
	Secano	0 E	0 E	5 E	6 E
<i>P.notatum</i>	ET0	1 E	1 E	5 E	7 E
	ET50%	0,33 E	0 E	2 E	7 E
	Secano	0,33 E	0 E	10 E	0,33 E
<i>F.arundinacea</i>	ET0	4 E	64 AB	22 CDE	18 DE
	ET50%	9 E	58 ABC	57 ABCD	29 BCDE
	Secano	0,63 E	0,63 E	90 A	12 ABCDE

Letras diferentes presentan diferencias significativas por Tukey- Kramer ($P < 0.05$)

Anexo No. 4

Datos climáticos del invierno previo al período de evaluación, de la estación meteorológica automática de la estación experimental Mario A. Cassinoni.

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de MAY. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR
HORA DIRECCIÓN

1	12.9	14.6	9:30a	10.6	12:00m	5.4	0.0	3.3	0.0	1.6	10:30a	SW
2	11.6	17.3	3:00p	6.6	8:00a	6.7	0.0	0.3	0.6	19.3	4:30p	S
3	12.7	19.7	4:00p	5.9	8:00a	5.7	0.1	0.0	2.9	29.0	4:00p	NNE
4	13.8	20.9	4:30p	7.5	8:00a	4.9	0.4	0.0	4.7	30.6	12:00p	NNW
5	17.4	24.5	4:30p	12.7	12:00m	2.4	1.5	0.0	7.2	30.6	11:30a	N
6	15.1	22.2	4:30p	8.8	8:00a	3.9	0.8	0.3	0.6	17.7	2:00p	SSE
7	15.3	23.3	3:30p	7.3	8:00a	4.0	1.0	0.0	3.1	24.1	12:30p	N
8	15.5	20.8	3:00p	9.8	11:30p	3.3	0.5	0.0	7.6	35.4	1:30p	S
9	13.6	20.6	4:00p	5.9	8:00a	5.0	0.3	0.0	3.9	24.1	11:30p	ESE
10	17.7	24.1	2:30p	11.4	7:00a	1.9	1.3	0.0	3.2	32.2	2:30a	NE
11	20.4	24.6	4:00p	17.7	8:00a	0.0	2.1	0.0	2.1	20.9	12:30p	NE
12	19.3	24.9	4:00p	14.4	7:00a	0.9	1.9	0.3	2.4	20.9	11:00a	ESE
13	16.4	20.5	2:30p	11.9	6:30a	2.3	0.4	9.7	3.7	24.1	12:00p	E
14	15.7	18.3	4:30p	12.1	12:00m	2.6	0.0	0.8	3.1	19.3	2:30p	E
15	14.2	20.3	3:30p	9.4	7:30a	4.3	0.3	0.3	3.4	20.9	11:30a	SE
16	14.3	19.6	3:00p	10.1	7:30a	4.2	0.1	0.0	4.3	24.1	1:00p	ENE
17	14.8	20.8	3:30p	10.1	7:30a	3.9	0.4	0.0	5.5	25.7	2:00p	E
18	15.2	20.8	5:00p	9.6	8:30a	3.5	0.4	0.0	2.3	19.3	11:30a	E
19	16.2	22.9	3:30p	9.8	8:00a	3.1	1.0	0.0	6.0	25.7	3:00p	ENE
20	18.2	25.3	3:30p	12.9	5:30a	1.9	1.8	0.0	4.8	24.1	3:00p	NE
21	17.7	23.9	3:30p	12.4	7:30a	2.0	1.4	0.0	5.0	20.9	10:30a	ENE
22	18.2	21.3	1:00p	15.5	12:00m	0.7	0.6	12.7	5.0	29.0	10:00p	NE
23	13.2	17.2	4:00p	8.5	8:00a	5.1	0.0	0.0	2.6	22.5	3:00a	SSW

24 13.9 17.1 2:00p 9.8 5:30a 4.4 0.0 85.6 6.8 30.6 12:00m ESE
 25 13.4 14.7 12:30a 11.8 12:00m 4.9 0.0 18.5 9.3 41.8 9:30a SW
 26 11.2 13.8 5:30p 7.8 11:30p 7.1 0.0 0.3 1.4 17.7 9:00p SW
 27 10.7 16.6 3:30p 5.1 7:30a 7.6 0.0 0.3 1.8 22.5 4:00p ESE
 28 11.9 17.1 3:30p 8.1 7:30a 6.4 0.0 0.0 4.5 30.6 11:30a E
 29 12.0 16.9 3:30p 7.8 8:00a 6.3 0.0 0.0 4.2 29.0 12:30p E
 30 13.7 18.0 3:30p 8.8 1:00a 4.7 0.0 0.0 2.7 17.7 10:30a E
 31 14.4 18.8 4:00p 11.2 12:00m 3.9 0.0 0.0 3.1 24.1 11:00a SSW

 14.9 25.3 20 5.1 27 123.0 16.4 132.1 3.8 41.8 25 ENE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 85.60 ON 24/05/11

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de JUN. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU

ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR
HORA DIRECCIÓN

 1 12.3 18.2 4:30p 7.1 7:00a 6.0 0.0 0.0 0.8 11.3 12:00p E
 2 12.8 16.1 4:30p 9.1 4:00a 5.4 0.0 0.0 1.8 16.1 5:00a NE
 3 11.6 14.7 4:30p 5.3 12:00m 6.7 0.0 0.0 5.0 24.1 10:30a SSW
 4 7.3 12.7 4:30p 2.8 6:30a 10.9 0.0 0.3 1.3 19.3 11:00a S
 5 8.3 15.2 4:00p 1.4 7:00a 10.0 0.0 0.0 4.8 24.1 3:00p ENE
 6 9.4 10.6 12:30p 8.8 3:30a 8.9 0.0 8.4 4.8 30.6 5:00p NE
 7 8.7 11.3 3:00p 5.1 9:00a 9.6 0.0 0.3 2.6 17.7 12:30p SSW
 8 8.9 14.1 3:30p 3.9 7:00a 9.4 0.0 0.5 2.9 25.7 1:00p N
 9 10.6 16.2 4:00p 4.6 1:00a 7.7 0.0 0.3 2.4 19.3 2:30p WNW
 10 12.8 18.1 3:30p 7.6 8:00a 5.5 0.0 0.0 3.9 19.3 3:30p NNE
 11 14.2 21.2 3:30p 9.5 7:30a 4.5 0.4 0.5 9.7 33.8 11:00a NE
 12 15.1 21.2 2:30p 10.4 4:00a 3.6 0.4 0.0 8.2 29.0 10:30a NE
 13 10.6 15.6 3:30p 6.2 8:30a 7.7 0.0 0.0 6.4 25.7 12:00p SW
 14 11.7 17.3 4:00p 6.4 6:00a 6.6 0.0 0.0 8.4 35.4 11:30a ENE

15 17.7 24.7 3:30p 13.3 4:00a 1.8 1.2 0.3 7.6 35.4 3:00p NE
 16 18.1 19.5 1:30a 17.0 9:00a 0.4 0.2 35.8 12.4 37.0 3:30a NE
 17 16.1 17.7 12:30a 14.2 12:00m 2.2 0.0 0.5 6.6 29.0 10:30p SSE
 18 16.8 20.2 3:00p 12.9 2:00a 1.9 0.4 0.0 10.9 32.2 3:00p ENE
 19 19.7 22.8 4:00p 14.8 11:00p 0.4 1.8 29.7 5.3 25.7 1:00a WSW
 20 15.7 17.5 12:00p 13.7 12:00m 2.6 0.0 0.3 9.3 30.6 5:00p SSE
 21 12.9 16.3 2:30p 9.8 8:30a 5.4 0.0 0.0 10.5 38.6 6:30a SE
 22 14.2 16.7 5:00p 10.9 5:30a 4.1 0.0 15.5 9.5 40.2 1:30a E
 23 12.5 14.6 12:30a 7.7 12:00m 5.8 0.0 23.6 6.8 30.6 1:30p W
 24 10.2 15.8 4:00p 3.8 7:30a 8.1 0.0 0.5 0.2 9.7 11:30a SW
 25 8.3 11.0 3:30p 6.1 12:00m 10.0 0.0 0.3 6.3 29.0 5:30p SW
 26 5.6 10.4 4:00p 1.7 7:00a 12.7 0.0 0.3 7.6 33.8 12:30p SW
 27 6.2 13.2 4:00p -0.3 8:00a 12.1 0.0 0.0 3.7 22.5 12:00p WNW
 28 8.1 15.8 4:00p 2.9 7:30a 10.3 0.0 0.0 3.2 22.5 11:30a NNW
 29 8.8 15.8 3:00p 3.2 7:00a 9.5 0.0 0.0 6.8 29.0 3:00p NNE
 30 8.4 14.9 2:30p 3.2 12:00m 9.8 0.0 0.0 7.4 37.0 4:30p SW

 11.8 24.7 15 -0.3 27 199.6 4.4 116.8 5.9 40.2 22 ENE
 Max >= 32.0: 0
 Max <= 0.0: 0
 Min <= 0.0: 1
 Min <= -18.0: 0
 Max Rain: 35.81 ON 16/06/11
 Días de lluvia: 16 (> .2 mm) 5 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)
 Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Method: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de JUL. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
 ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
 (km/hr)

CALOR FRÍO AVG
 MEDIA DEG DEG VIENTO DOM
 DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR
 HORA DIRECCIÓN

 1 5.7 12.5 2:30p 0.1 7:00a 12.6 0.0 0.0 1.9 20.9 2:00p SSW
 2 5.9 11.9 4:00p 0.0 8:00a 12.4 0.0 0.0 1.4 17.7 1:30p S
 3 5.0 9.3 3:30p 1.4 8:30a 13.3 0.0 0.0 5.6 33.8 3:30p WSW
 4 5.5 12.3 4:30p -1.1 8:00a 12.8 0.0 0.0 1.8 20.9 2:30p WNW

5 7.3 14.4 4:00p 0.3 7:00a 11.0 0.0 0.0 2.3 22.5 12:30p W
6 7.1 13.8 5:30p 0.3 8:00a 11.3 0.0 0.0 0.2 8.0 3:00p W
7 8.7 17.7 4:00p -0.4 8:00a 9.7 0.0 0.0 2.9 24.1 2:30p NW
8 9.8 16.8 5:00p 3.1 8:30a 8.5 0.0 0.0 2.6 19.3 5:30p NE
9 12.8 20.3 4:30p 6.5 5:30a 5.7 0.2 0.0 5.6 25.7 2:30p NE
10 15.8 21.4 4:00p 12.4 5:00a 3.0 0.4 5.3 2.9 20.9 4:00p E
11 16.2 22.3 3:30p 11.7 8:30a 2.8 0.7 0.0 8.9 27.4 10:00p ENE
12 15.5 21.1 3:30p 10.5 7:30a 3.2 0.4 0.0 2.9 27.4 1:30a ENE
13 15.0 21.7 3:30p 8.1 8:00a 3.9 0.6 0.3 5.5 32.2 4:00p ESE
14 16.9 20.3 3:30p 13.8 9:00a 1.8 0.4 0.3 7.9 24.1 10:30a E
15 19.1 25.8 1:30p 13.6 12:00m 0.6 1.4 36.1 12.2 41.8 10:00p NE
16 12.7 16.2 4:00p 7.7 12:00m 5.6 0.0 33.8 12.9 43.5 6:00a S
17 11.4 16.4 4:30p 6.6 1:30a 6.9 0.0 0.0 8.4 37.0 12:00p SE
18 13.4 14.8 2:30p 11.6 8:30a 4.8 0.0 0.3 6.9 30.6 2:00a E
19 9.4 14.3 12:30a 6.3 10:00a 8.9 0.0 7.1 6.3 29.0 7:30a WNW
20 8.4 9.6 3:00p 7.2 6:30a 9.9 0.0 0.0 2.7 22.5 3:00p WSW
21 8.8 11.3 5:30p 6.4 11:30p 9.5 0.0 0.0 2.3 16.1 4:30a SW
22 8.6 15.2 4:30p 2.2 5:30a 9.7 0.0 0.3 2.3 19.3 2:00p NNE
23 10.8 17.5 5:00p 5.1 7:00a 7.5 0.0 0.3 4.8 22.5 2:00p ENE
24 14.9 22.9 4:30p 7.3 6:30a 4.4 0.9 0.3 9.2 33.8 1:30p ENE
25 20.6 26.7 3:30p 13.7 12:00m 0.7 3.0 10.7 22.4 53.1 1:30p NE
26 12.6 17.1 4:00p 7.8 8:30a 5.7 0.0 0.3 3.5 30.6 12:30a W
27 12.8 17.8 4:30p 7.3 4:30a 5.5 0.0 0.5 6.3 30.6 10:00a ENE
28 15.3 17.9 4:30p 11.7 12:00m 3.0 0.0 0.0 3.2 22.5 1:00a WSW
29 11.7 16.1 3:30p 8.1 12:00m 6.6 0.0 0.0 12.7 35.4 3:30p S
30 7.5 11.2 2:00p 3.3 12:00m 10.8 0.0 0.0 8.2 32.2 7:30a SSE
31 6.3 11.0 4:00p 2.2 2:00a 12.0 0.0 0.3 7.9 29.0 11:30a SSE

11.3 26.7 25 -1.1 4 223.9 8.0 95.5 5.9 53.1 25 ENE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 3

Min <= -18.0: 0

Max lluvia: 36.07 ON 15/07/11

Días de lluvia: 14 (> .2 mm) 5 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de AGO. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU
 ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
 (km/hr)

CALOR FRÍO AVG
 MEDIA DEG DEG VIENTO DOM
 DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR
 HORA DIRECCIÓN

1	6.8	7.8	1:30p	5.7	3:30a	11.5	0.0	57.2	15.0	41.8	10:00p	SSW
2	7.8	9.2	3:30p	7.0	9:00a	10.5	0.0	20.1	12.2	45.1	12:30a	SSW
3	10.3	13.9	3:30p	6.9	8:00a	8.0	0.0	0.3	10.6	37.0	3:30p	W
4	7.3	12.6	4:00p	2.3	8:00a	11.0	0.0	0.0	3.4	19.3	11:30p	NE
5	10.6	18.4	4:00p	3.8	3:30a	7.8	0.0	0.0	9.2	35.4	12:00p	NE
6	13.6	21.6	3:00p	6.8	7:00a	5.3	0.6	0.0	5.5	32.2	4:00p	NE
7	14.9	20.9	3:30p	8.6	7:30a	3.8	0.4	0.0	5.3	24.1	6:30p	ESE
8	15.6	17.2	2:00p	13.6	2:00a	2.8	0.0	0.0	10.3	40.2	11:00a	ESE
9	16.6	20.0	3:00p	14.8	1:00a	1.9	0.2	0.0	10.5	35.4	11:30a	E
10	18.3	23.4	3:30p	15.6	2:00a	1.2	1.2	0.0	12.7	33.8	5:00p	ENE
11	19.3	26.7	4:00p	12.4	7:00a	1.8	2.8	0.3	6.6	22.5	10:30a	ENE
12	23.1	31.7	3:30p	14.3	12:00m	0.4	5.1	0.3	13.2	45.1	1:00p	NE
13	12.2	14.3	12:30a	8.1	11:30p	6.1	0.0	14.7	10.5	38.6	1:30a	SSE
14	11.2	16.9	3:00p	5.3	8:00a	7.1	0.0	0.0	8.0	37.0	10:30a	SE
15	14.0	15.5	5:30p	11.9	5:00a	4.3	0.0	0.0	6.6	29.0	12:30a	E
16	14.2	15.3	12:30a	11.6	12:00m	4.1	0.0	55.6	6.6	29.0	7:30p	W
17	11.7	14.4	6:00p	9.3	3:00a	6.6	0.0	0.3	4.0	22.5	12:30a	ENE
18	12.7	13.5	5:00p	11.9	12:30a	5.6	0.0	13.7	8.0	30.6	5:30a	E
19	9.7	12.4	1:30a	5.9	12:00m	8.6	0.0	0.0	16.9	45.1	5:00a	SW
20	7.4	13.3	3:00p	3.0	7:00a	10.9	0.0	0.0	8.9	41.8	2:30p	W
21	7.0	11.6	4:30p	2.6	6:30a	11.3	0.0	0.0	1.3	19.3	11:00a	SE
22	6.8	11.2	1:30p	1.3	8:00a	11.5	0.0	0.0	2.4	22.5	1:30p	ESE
23	8.5	14.6	5:00p	1.8	6:30a	9.8	0.0	0.0	3.7	24.1	5:00p	E
24	12.1	16.6	4:30p	7.1	5:30a	6.2	0.0	0.3	7.4	32.2	12:00p	ENE
25	13.4	20.1	4:30p	7.6	7:30a	5.1	0.2	0.3	1.3	24.1	11:30a	WSW
26	11.2	17.2	3:30p	5.4	7:30a	7.2	0.0	0.3	3.7	35.4	11:00p	E
27	12.2	13.4	4:30p	11.3	12:30a	6.1	0.0	27.2	8.2	30.6	3:00a	E
28	12.3	17.6	4:30p	7.5	7:30a	6.0	0.0	0.3	4.8	27.4	12:30a	WSW
29	12.8	19.5	4:30p	7.6	8:00a	5.6	0.1	0.0	4.2	20.9	11:00a	ESE
30	11.8	19.5	3:00p	4.2	7:30a	6.6	0.1	0.3	4.5	27.4	3:30p	SW

31 10.8 16.7 4:00p 4.6 7:00a 7.5 0.0 0.0 4.2 24.1 1:00p SW

12.1 31.7 12 1.3 22 201.8 10.7 190.8 7.4 45.1 2 E

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 57.15 ON 01/08/11

Días de lluvia: 15 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 4 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration

RESUMEN MENSUAL CLIMATOLÓGICO de SEP. 2011

Nombre: EEMAC DEPARTAMENTO: PAYSANDU

ALTURA: 59 m LAT: 32° 22' 41" S LONG: 58° 03' 50" W

TEMPERATURA (°C), PRECIPITACIONES (mm), VELOCIDAD DEL VIENTO
(km/hr)

CALOR FRÍO AVG

MEDIA DEG DEG VIENTO DOM

DÍA TEMP MAYOR TIME MENOR HORA DIAS DIAS LLUVIA VIENTO MAYOR

HORA DIRECCIÓN

1 11.1 17.3 4:00p 5.7 5:30a 7.3 0.0 0.0 9.3 32.2 12:00m E
2 13.9 22.4 3:30p 5.2 7:30a 5.2 0.8 0.0 13.8 40.2 12:30p ENE
3 19.0 26.2 4:30p 12.1 2:30a 1.7 2.4 0.0 12.9 45.1 12:00p NE
4 17.9 23.6 1:00p 9.8 12:00m 1.5 1.2 0.0 12.2 41.8 4:30p SSW
5 13.4 20.4 3:30p 5.4 7:30a 5.2 0.3 0.0 5.1 29.0 3:00p SSW
6 13.8 21.5 3:00p 5.6 7:30a 5.1 0.7 0.0 2.1 24.1 12:30p ENE
7 15.3 22.8 4:00p 8.1 3:00a 4.1 1.0 0.0 5.3 30.6 12:00p ENE
8 14.2 22.7 4:00p 4.0 6:00a 5.0 0.9 0.0 2.9 22.5 3:30p S
9 16.3 24.1 4:30p 8.8 4:00a 3.3 1.3 0.0 3.5 19.3 12:30p NE
10 16.9 22.7 4:30p 11.3 12:00m 2.3 0.9 0.0 9.3 40.2 5:00p NE
11 12.6 19.3 4:00p 6.7 5:00a 5.8 0.1 0.0 2.4 24.1 3:30p SSW
12 17.3 27.4 4:00p 8.5 5:30a 3.3 2.3 0.0 6.8 33.8 3:30p NNE
13 14.9 21.2 3:30p 9.4 7:30a 3.8 0.5 0.0 9.0 37.0 3:30a SE
14 14.0 21.3 4:00p 6.9 7:30a 4.8 0.5 0.0 11.7 40.2 9:30a E
15 17.7 25.5 4:30p 9.7 7:00a 2.8 2.2 0.0 12.4 32.2 9:30a E
16 20.8 27.6 3:30p 16.8 6:30a 0.3 2.8 0.5 12.7 37.0 4:00p ENE
17 17.3 20.0 12:30a 11.1 12:00m 1.3 0.3 5.8 9.0 43.5 5:30p SSW
18 14.2 19.2 4:00p 10.0 2:30a 4.2 0.1 0.0 9.0 35.4 11:30a S

19 13.7 18.3 1:00p 8.2 7:00a 4.6 0.0 0.0 3.1 33.8 11:00a SSE
20 15.1 22.1 6:30p 7.9 7:30a 4.0 0.8 0.3 1.6 19.3 2:00p ESE
21 16.6 23.9 3:30p 8.8 7:00a 3.2 1.4 0.0 3.4 25.7 12:30p ENE
22 16.4 23.2 1:00p 10.4 7:00a 3.1 1.2 0.0 8.4 35.4 6:30p SSE
23 13.6 16.6 12:00p 10.3 12:00m 4.7 0.0 0.0 9.3 35.4 11:00a S
24 14.9 21.8 4:30p 7.1 5:30a 4.0 0.7 0.0 2.6 29.0 1:30p ENE
25 18.3 25.4 4:30p 10.9 7:00a 2.1 2.1 0.0 0.0 0.0 --- ---
26 20.6 27.3 4:30p 13.2 6:30a 1.1 3.3 0.0 0.0 0.0 --- ---
27 21.0 27.7 4:00p 14.8 7:00a 0.7 3.4 0.0 0.0 0.0 --- ---
28 21.2 29.6 4:00p 12.4 6:30a 1.3 4.2 0.0 0.0 0.0 --- ---
29 22.2 27.8 3:00p 18.1 12:00m 0.0 3.9 0.0 0.0 0.0 --- ---
30 15.6 19.6 10:30a 13.3 9:00p 2.8 0.0 37.6 0.0 0.0 --- ---

16.3 29.6 28 4.0 8 98.6 39.4 44.2 5.9 45.1 3 ENE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Lluvia: 37.59 ON 30/09/11

Días de lluvia: 4 (> .2 mm) 2 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Calor Base: 18.3 Frío Base: 18.3 Método: Integration