

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVOLUCIÓN DE LA FLORACIÓN, SEMILLAZÓN Y
EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE COSECHA EN
Lotononis bainesii Baker

por

Andrés MARTÍNEZ FERNANDEZ
Ignacio RISSO DESIRELLO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Agrícola- Ganadera)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2004

PAGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (M. Sc.) Francisco Formoso

Co-director:

Ing. Agr. (Ph. D.) Daniel Real

Ing. Agr. (Ph. D.) Pablo Boggiano

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Fecha:

Autor:

Andrés MARTÍNEZ

Autor:

Ignacio RISSO

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres que con esfuerzo y ejemplo, nos educaron y alentaron permanentemente.

Al Ing. Agr. (M. Sc.) Francisco Formoso, nuestro director de tesis, por su invaluable asesoramiento y orientación en la corrección de este trabajo y sus consejos para nuestro desarrollo profesional y personal.

Al Ing. Agr. (Ph. D.) Daniel Real, principal promotor del Lotononis y de la tesis, siempre acompañando nuestro trabajo con gran disposición y conocimiento.

A los Téc. Agr. Caisiv Rostán, Mauro Zarza, Rúben Mérola y demás colaboradores del personal de Glencoe y Laboratorio de Semillas que siempre colaboraron en este trabajo.

A la Dirección de INIA Tacuarembó y La Estanzuela por permitirnos realizar este trabajo.

A nuestras novias que nos apoyaron y alentaron en todo.

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Caracterización de los sitios experimentales.....	18
Cuadro 2. Población de insectos en diferentes momentos en el semillero madre, sitio experimental N° 1.....	19
Cuadro 3. Registros quincenales pluviométricos y temperatura media del aire.....	21
Cuadro 4. Ciclo en días \pm un desvío estándar de distintos estadios florales en cuatro sitios experimentales.....	22
Cuadro 5. Medias estimadas (número de días \pm 1 error estándar) para el lapso transcurrido entre inflorescencia amarilla y seca para 4 sitios experimentales.	23
Cuadro 6. Número de botones florales/m ² promedio según fechas de muestreos. ...	24
Cuadro 7. Número de inflorescencias amarillas/m promedio según fechas de muestreos.....	26
Cuadro 8. Número de inflorescencias maduras/m ² promedio según fechas de muestreos.....	27
Cuadro 9. Número de inflorescencias secas/m ² promedio según fechas de muestreos.....	29
Cuadro 10. Número de óvulos por flor según posición en la inflorescencia y fechas de muestreos.....	32
Cuadro 11. Número de vainas por inflorescencia en distintas fechas de muestreo. ..	33
Cuadro 12. Evolución en el tiempo de la dehiscencia expresada en porcentaje de vainas secas abiertas en dos situaciones.	34
Cuadro 13. Evolución de los rendimientos semanales de semilla limpia.....	35
Cuadro 14. Evolución de los porcentajes de germinación, de semillas duras y peso de 1000 semillas.....	40

CUADROS

FIGURAS

Figura 1. Número de botones florales/m ² promedio según fechas de muestreos.	25
Figura 2. Número de inflorescencias amarillas/m ² promedio según fechas de muestreos.	26
Figura 3. Número de inflorescencias maduras/m ² promedio según fechas de muestreos.	28
Figura 4. Número de inflorescencias secas/m ² promedio según fechas de muestreos.	30
Figura 5. Evolución de los tipos florales según fechas de muestreos.	31
Figura 6. Evolución en el tiempo de la dehiscencia expresada en porcentaje de	

vainas secas abiertas en dos situaciones.	34
Figura 7. Rendimiento de semilla semanal, real y potencial por hectárea según fechas de muestreos.	36
Figura 8. Correlación entre número de inflorescencias secas y rendimiento.....	38
Figura 9. Tasa de cuajado y rendimiento semanal según fechas de muestreos.	39
Figura 10. Evolución semanal del porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas.	41
Figura 11. Evolución semanal del porcentaje de germinación y de semillas duras...	42
Figura 12. Evolución de la materia seca con corte- hilerado previo a la cosecha. ...	43
Figura 13. Rendimientos de semilla según método de cosecha.	45
Figura 14. Pesos de mil semillas según métodos de cosecha.	46
Figura 15. Porcentaje de germinación según métodos de cosecha.	47

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE.....	2
2.1.1. Distribución.....	2
2.1.2. Descripción morfológica.....	2
2.1.3. Requerimientos ambientales.....	3
2.1.4. Producción de semillas.....	4
2.1.5. Valor nutritivo.....	4
2.1.6. Manejo del pastoreo.....	5
2.1.7. Compatibilidad con otras especies.....	5
2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA.....	6
2.2.1. Época de siembra.....	6
2.2.2. Métodos de siembra.....	7
2.2.3. Densidad de siembra.....	8
2.2.4. Fertilización.....	8
2.2.5. Defoliación.....	9
2.3. FLORACION Y POLINIZACIÓN.....	9
2.4. MADURACION Y DESGRANE DE LA SEMILLA.....	11
2.5. COSECHA DE SEMILLA.....	13
2.5.1. Momento de cosecha.....	13
2.5.2. Métodos de cosecha.....	14
2.6. CALIDAD DE SEMILLA.....	15
2.6.1. Germinación.....	16
2.6.2. Peso de mil semillas.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	18
3.2. DETERMINACIONES.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22

4.1. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE DIFERENTES ESTADIOS FLORALES EN CUATRO AMBIENTES.....	22
4.2. EVOLUCIÓN DE LA FLORACIÓN Y SEMILLAZÓN EN UN CULTIVO DE PRIMER AÑO.....	23
4.2.1. Evolución de la floración.....	24
4.2.2. Evolución de la semillazón.	35
4.2.3. Calidad de la Semilla.....	39
4.3. EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE COSECHA.....	42
4.3.1 Rendimiento de semilla.....	44
5. CONCLUSIONES.....	48
6. RESUMEN.....	49
7. SUMMARY.....	50
8. BIBLIOGRAFÍA.....	51
9. ANEXO.....	56

1. INTRODUCCIÓN

La región basáltica se extiende por varios departamentos del país, abarcando una superficie de 4.100.000 hectáreas (M.A.P 1979). Según el grado de desarrollo de los suelos, se los puede agrupar en superficiales y profundos, pudiendo variar su profundidad desde la roca desnuda hasta 1 m aproximadamente.

El *Lotononis bainesii* Baker es una leguminosa subtropical perenne estival, que se ha destacado como muy promisoría para mejoramientos de campo en suelos desarrollados sobre el área de basalto, por su capacidad productiva y persistencia. Recientemente INIA liberó el cultivar INIA Glencoe.

La tolerancia a períodos de sequía y su adaptación a suelos superficiales hacen de esta especie una alternativa interesante cuando dichas condiciones se presentan. Básicamente, la característica de mayor relevancia es su capacidad de sobrevivir donde otras especies no lo hacen.

Su buena persistencia, calidad y aporte estival, seguramente determinará una demanda creciente de semilla para ser sembrada en dicha zona. Ante la perspectiva de una demanda futura importante de semilla de este cultivar y considerando las dificultades de producción que la misma presenta reportadas en otras zonas del mundo, se definieron trabajos con los objetivos de evaluar: su capacidad de producción de semillas, la performance de diferentes métodos de cosecha y la evolución de los componentes del rendimiento de semillas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

2.1.1. Distribución

Lotononis, es una especie nativa de Sudáfrica y la parte sur de África Central. Fue colectada por el CSIRO de Australia en Worcester, Sudáfrica. Naturalmente, se distribuye entre las latitudes 20 y 30° S en Namibia, Sudáfrica y Zimbabwe (Bryan, 1961).

2.1.2. Descripción morfológica

Es una especie perenne de ciclo estival, siendo la leguminosa subtropical disponible comercialmente más tolerante a las heladas. (The State of Queensland, Department of Primary Industries, 2001).

Su hábito de crecimiento es estolonífero, postrado, con una raíz principal y raíces adventicias que se desarrollan a partir de los nudos de los estolones. Estos pueden alcanzar más de 1,5 metros de largo. Las plantas forman una pastura densa que puede alcanzar los 60 cm de altura, pero bajo condiciones de pastoreo intenso, adapta su estructura de tapiz a un porte más postrado. (Skerman et al. 1991).

Las hojas son trifoliadas, con un folíolo central más largo y ancho que puede llegar a medir 7,5 cm de largo. Estos son polimórficos desde oblongos hasta lanceolados de 6,5 cm de largo y 1,5 cm de ancho, glabros o apenas pubescentes. Las estipulas son frondosas de hasta 1 cm de largo (Bryan, 1961).

Las flores con pétalos amarillos de 8 a 10 mm de largo se agrupan en cabezuelas en cantidades de 8 a 23. (Bryan, 1961).

Las vainas presentan numerosas semillas que se desarrollan en una sola cavidad y presentan dehiscencia tardía y semillas pequeñas arriñonadas, castañas de 1-1,4mm. (Burkhart 1964, citado por Altuve, et al 1991.)

Las semillas son color crema-amarillo hasta magenta-rosa, obovoides y asimétricas con forma de corazón lateralmente comprimido. El peso de 1000 semillas es de 0,3 g. (Skerman et al. 1991). Estas son muy pequeñas, teniendo casi la mitad del tamaño de las del trébol blanco (Bryan, 1961).

La especie es tetraploide con $2n = 36$ (Byth, 1964), comprobándose recientemente que su sistema de fecundación es alógamo (Real et al, 2004).

2.1.3. Requerimientos ambientales

Desde el punto de vista forrajero *Lotononis bainesii*, requiere un mínimo de precipitaciones de 875 mm anuales, verificándose los mejores comportamientos productivos en el rango de 1125 a 1625 mm anuales. (Bryan, 1961).

En este sentido, t Mannelje y Jones, 1992 reportan un buen comportamiento pastoril como pastura sembrada en áreas con precipitaciones anuales de 700 a 1200 mm, en el subtropical o en zonas altas del trópico, aunque se puede encontrar naturalmente en regiones con precipitaciones tan bajas como 250 mm por año. Refiriéndose al mismo tema, Moore, et al, 2002, sugieren que los requerimientos de agua dependen del tipo de suelo. Mientras que para suelos arenosos indican más de 1000 mm, en suelos con mayor capacidad de retener agua reportan que menos de 750 mm son suficientes.

Es muy tolerante a la sequía, superando a otras especies tropicales. De acuerdo con Wright, 1964, tiene la particularidad de sobrevivir como semilla frente a sequías muy intensas o períodos de anegamiento. Sus plántulas son delicadas y necesitan períodos más prolongados de humedad durante el establecimiento que otras leguminosas (The State of Queensland, Department of Primary Industries 2001).

Está adaptado a un amplio rango de suelos exceptuando los de altos contenidos de arcilla o muy fértiles. Se comporta mejor en aquellos que tienen buen drenaje, aunque presenta cierta tolerancia a las condiciones de anegamiento (Oram, 1990).

En condiciones de drenaje deficiente y con agua en superficie durante largos períodos del año, *Lotononis bainesii* en comparación a otras leguminosas subtropicales se destacó por su buen comportamiento tanto en lugares anegados, como en los sitios drenados. (Altuve et al. 1991).

Los suelos que contienen arcillas expansivas, aún con buenas camas de siembra, presentan serias dificultades para su implantación, sobre todo si la profundidad de siembra supera los 10 mm. (Blumenthal y Hilder 1989). En tanto, Wright, 1964 reporta una buena adaptación de *Lotononis bainesii* en suelos arcillosos pesados. Skerman, et al. (1991), trabajando sobre suelos arenosos con esta especie señala que fue capaz de nodular y crecer en condiciones de pH 4,0.

Para la fijación simbiótica debe inocularse con la bacteria específica, *Bradyrhizobium*, ya que es incapaz de ser infectada por bacterias indígenas. (t Mannelje Jones, 1992). Recientemente, Sy, et al. 2000, clasificaron a la bacteria nodulante como *Methylobacterium nodulans*.

Con relación a la nutrición mineral Andrew y Robins 1969 encontraron que Lotononis era especialmente efectivo en la extracción de fósforo en suelos particularmente pobres en este nutriente, aunque a pesar de dicha capacidad, responde mucho al agregado de este nutriente. En este sentido, t Mannetje y Jones, 1992 reportan para este material muy buena tolerancia a bajos niveles de fósforo y molibdeno.

2.1.4. Producción de semillas

Las referencias bibliográficas sobre el tema son escasas y la información reportada fue obtenida en su mayoría en latitudes menores a las de nuestro país.

Resultados obtenidos por Altuve et al. 1991, indican una alta dependencia del desarrollo reproductivo y la producción de semillas de las precipitaciones. Los rendimientos reportados variaron entre 262 y 48 kg/ha cuando las precipitaciones fueron durante la fase reproductiva en el ciclo del cultivo de 291 y 677 mm respectivamente.

Por otra parte Loch (datos no publicados), encontró que el potencial de rendimiento para Lotononis, podría ser de 400 kg/Ha, aunque los rendimientos comerciales que normalmente se obtienen varían entre 20 y 100 kg/Ha. En este sentido Skerman, J. P. et al. 1991, reportan rendimientos que variaron entre 33 y 55 kg/Ha

Según Hopkinson y Reid 1979, en cultivos de día neutro como Lotononis, altas producciones de semilla pueden ser obtenidas cuando las precipitaciones durante la etapa reproductiva se sitúan alrededor de los 300 mm.

Moore et al. 2002, enumeran como principales desventajas de la especie las dificultades para la producción de semilla y consecuentemente el alto costo de la misma, así como las dificultades que el tamaño muy pequeño de la semilla genera para la siembra e implantación del cultivo.

2.1.5. Valor nutritivo

Análisis químicos reportados por Bryan 1961, indican valores promedio de: proteína bruta, fibra bruta, extracto al éter y digestibilidad de la materia orgánica de 19%, 27%, 4% y 60% respectivamente.

Skerman et al. 1991, haciendo referencia al valor forrajero de la especie sostienen que el ganado vacuno prefiere al *L. bainesii* frente a cualquier otra leguminosa tropical.

ˆt Mannelje y Jones, 1992, reportan que *Lotononis bainesii* tiene mayor calidad que la mayoría de las leguminosas tropicales, particularmente en términos de concentración de nitrógeno. Aunque la concentración de sodio tiende a ser alta, la digestibilidad es buena para ser una pastura tropical. Los mismos autores, indican que no presenta problemas de toxicidad y no produce meteorismo.

2.1.6. Manejo del pastoreo

Wright, 1964; ˆt Mannelje y Jones, 1992 ; Schulke, 2000 y Moore, et al. 2002, concuerdan que *L. bainesii* requiere de pastoreos intensos para manifestar una buena persistencia.

Skerman et al. 1991, sostienen que el pastoreo intenso debe evitar que los animales consuman los puntos de crecimiento. Moore et al. 2002, agregan que el manejo ideal del pastoreo, consiste en mantener el cultivo con 10 cm de altura.

Altuve et al. 1991, reportan que la persistencia bajo condiciones de pastoreo continuo fue limitada. Skerman et al. 1991 en Queensland, Australia, comunican que bajo condiciones de pastoreo en praderas mixtas, la rotación comúnmente utilizada es de dos semanas de pastoreo y cuatro de descanso.

Moore et al. 2002, agregan que pastoreos poco intensos serían convenientes durante la floración y semillazón primaveral, debido a que esto ayudaría a conformar un banco de semilla importante para la longevidad de la especie.

Por otra parte, Skerman et al. 1991, sugieren que pastoreos intensos ayudan a mantener la pastura libre de patógenos como *Rhizoctonia solani* y el virus “*little leaf*”; los cuales junto a *Fusarium* forman el complejo de enfermedades más importantes que infestan a la especie.

Un reporte reciente (The State of Queensland, Department of Primary Industries, 2001) sugiere para *Lotononis* la aplicación de un pastoreo poco intenso en primavera e inicios de verano con los objetivos de permitir una correcta floración y semillazón, para posteriormente proseguir con un esquema de pastoreos severos. A partir de mediados de verano a los efectos de mantener la competencia de los otros componentes de la pastura controladas y permitir la regeneración de las plántulas.

2.1.7. Compatibilidad con otras especies.

Altuve et al. 1991, señalan que *Lotononis* mostró un lento establecimiento con todas las gramíneas estudiadas, tanto de hábito de crecimiento decumbentes como

Pangola o cespitosa como *Setaria*. Esta situación se agrava cuando las condiciones de manejo favorecen el desarrollo de la gramínea.

Sin embargo Bryan 1961, reportó que *Lotononis* se combinó correctamente con *Digitaria decumbens* (pangola grass), *Paspalum commersonii*, *Paspalum plicatulum* y *Paspalum dilatatum*, ya que estas especies soportan pastoreos intensos. Dicho autor resalta que no sería compatible con *Pennisetum clandestinum* y *Axonopus affinis* ya que fracasaría en persistir debido al exceso de competencia que estas gramíneas le ejercerían.

El mismo autor sugiere que es compatible con *Macroptilium lathyroides*, *Trifolium repens* y *Centrosema pubescens*. También agrega, que a pesar del bajo vigor inicial de las plántulas de *Lotononis*, ocho semanas después de la siembra se desarrollan y convierten en plantas fuertemente competitivas.

Moore 2002, también reporta que *Lotononis* combina favorablemente con gramíneas nativas y de porte bajo como pangola y *Paspalum* y resalta que la asociación con gramíneas de porte alto sería dificultosa ya que es muy difícil contemplar los requerimientos de manejo del pastoreo adecuado para que ambas especies persistan. El mismo autor agrega que pueden ser exitosas siembras con trébol blanco, solo si la dosis de fertilizante es adecuada.

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Las leguminosas subtropicales con crecimiento indeterminado y con débil respuesta al fotoperíodo presentan una producción de semillas más susceptible a las prácticas de manejo agronómico que aquellas con crecimiento determinado y respuesta fotoperiódica marcada (Hopkinson, 1983).

2.2.1. Época de siembra

La época de siembra puede afectar notablemente la implantación de las especies. Como normalmente los semilleros comprenden siembras puras es posible realizar las mismas en las épocas más adecuadas para cada forrajera.

Algunas especies admiten que la siembra se efectúe durante un período dilatado de tiempo. Esto ocurre particularmente en siembras de especies anuales. En la mayoría de las especies perennes cuanto más temprano se efectúe la siembra tanto mayores serán las posibilidades de cosechar semilla en el primer año (Carámbula, 1981).

Muchas de ellas crecen lentamente y demoran en establecerse, por lo que generalmente el desarrollo máximo lo alcanzan recién al segundo año. En este sentido el

comportamiento de las especies es diferente y si bien no existen grandes problemas con siembras de fines de invierno con trébol rojo, lotus y alfalfa, en trébol blanco pueden verificarse fracasos de implantación (Carámbula, 1981).

Para *Lotononis*, 't Mannetje y Jones, 1992 reportan que las siembras en los meses más cálidos deben ser evitadas, ya que la emergencia de las plántulas es lenta y errática. Sin embargo, Wright 1964, indica que el período de siembra más adecuado es desde diciembre hasta marzo. Ambos autores realizan dichas recomendaciones para Queensland, Australia.

Según Loch (datos no publicados), la siembra de *Lotononis bainesii*, debería realizarse al final de la estación de crecimiento (en marzo), cuando el suelo tiene la humedad adecuada y la competencia de las malezas gramíneas se restringe por la reducción de la temperatura. En este sentido, Moore 2000, recomienda siembras de fin de verano u otoño, dependiendo del régimen hídrico prevalente.

2.2.2. Métodos de siembra

Cuando se trabaja con especies poco tolerantes a la sombra y de porte bajo como Trébol blanco y *Lotononis bainesii*, las gramíneas de porte alto pueden afectar sustancialmente el rendimiento de las mismas, si se siembran en mezclas. (Carámbula, 1981).

Para *Lotononis bainesii*, Wright, 1964, recomienda su siembra a muy poca profundidad con una pasada de rodillo posterior, de forma de mejorar el contacto entre la semilla y el suelo. Skerman 1991, agrega que el rodillo debería ser usado antes y después de la siembra.

Por otra parte, diversos autores sugieren que el alto contenido de semilla dura, hacen aconsejable una escarificación de la semilla previa a la siembra. (Altuve et al. 1986) y ('t Mannetje y Jones, 1992).

't Mannetje y Jones, 1992, reportan que esta especie puede ser sembrada tanto sobre una cama de siembra preparada en forma convencional como en un tapiz indisturbado.

Especies de crecimiento rastrero y bajo como Trébol blanco exigen que en la cosecha, no se pierdan cabezuelas y por consiguiente semillas para lo cual es imprescindible que la superficie del suelo sea uniforme y no tenga rocas (Carámbula, 1981).

Loch (datos no publicados), de acuerdo con lo anterior, afirma que para *Lotononis bainesii* la chacra debe estar nivelada, libre de rocas de manera que el cultivo pueda ser cosechado con la plataforma lo más cercana al suelo posible.

2.2.3. Densidad de siembra

Skerman et al. 1991 y Loch (datos no publicados) concuerdan que la densidad de siembra adecuada para *Lotononis* es de 0,5 a 1 kg/Ha y Moore 2002 resalta que estas densidades deben mantenerse tanto en siembras puras como en mezclas.

Sin embargo, la recomendación de The State of Queensland, Department of Primary Industries, 2001, indica que entre 0,1 y 0,5 kg/ha es suficiente.

En general las densidades altas pueden ser recomendadas cuando se desean obtener altos rendimientos desde el año de siembra.

Bryan 1961, reporta que aproximadamente se deberían sembrar 200 semillas viables/ metro cuadrado de *Lotononis bainesii*.

2.2.4. Fertilización

La importancia de una buena nutrición fosfatada en la producción de semilla es incuestionable. Shelton y Humphreys 1971, observaron en *Stylosanthes humilis* que el fósforo incrementaba en un 20 % el rendimiento en semilla en tanto los rendimientos de forraje aumentaban en un 54 %.

La producción de semilla por hectárea de *Lotononis* puede incrementarse apreciablemente con el uso de fertilizantes fosfóricos y potásicos, según trabajos preliminares realizados en Corrientes, Argentina. En dicho ensayo, la fertilización fosfatada aumentó en un 110% la producción de semilla y el fósforo más el potasio incrementaron en un 196% los rendimientos de semilla limpia /ha. (INTA, 1981)

Robinson y Jones 1972, demostraron que las leguminosas poseerían una notable capacidad para direccionar el fósforo de las hojas y otros órganos hacia la formación de semillas.

Este nutriente, afectaría todos los componentes del rendimiento. Así por ejemplo, se han observado efectos positivos en la iniciación floral, en el número de inflorescencias, en la secreción de néctar y en el peso de semillas (Carámbula, 1981).

2.2.5. Defoliación

Altuve et al. 1986 en *Lotononis bainesii*, mostraron que el momento de defoliación incide en forma muy importante en la producción de semilla. Los efectos del corte están muy influenciados por las precipitaciones, señalando dichos autores que en años con altas precipitaciones se podrían dilatar los pastoreos hasta octubre.

En leguminosas la respuesta en producción de semillas a la defoliación es diferente según el hábito de crecimiento de las mismas. Leguminosas estoloníferas como trébol blanco, *Lotononis*, etc, localizan los puntos de crecimiento por debajo del horizonte de pastoreo y por tanto toleran momentos de última defoliación más tardíos que leguminosas erectas como trébol rojo, alfalfa, etc. Estas presentan los puntos de crecimiento más elevados en el estrato vegetal y los cortes tardíos pueden determinar disminuciones importantes en los rendimientos de semilla. (Marshall et. al, 1997)

El manejo de leguminosas forrajeras indeterminadas y rastreras, como *Lotononis bainesii* debería contemplar que las yemas axilares necesitan exposición directa de radiación a los efectos de inducir una mayor intensidad de floración. (Hopkinson, 1977).

Según Skerman et. al 1991, altas presiones de pastoreo en *Lotononis* traen como consecuencia el desarrollo de nuevos estolones. Los efectos benéficos del corte sobre la producción de semillas, podrían ser atribuidos al incremento en la densidad de estolones y consecuentemente de yemas axilares que constituyen sitios potenciales de formación de inflorescencias. Además, de acuerdo con Altuve et al., 1986, el corte estratégico posibilita una mejor sincronización de la floración.

2.3. FLORACION Y POLINIZACIÓN

El pasaje de estado vegetativo al reproductivo comienza con la inducción para florecer (Thomas y Forde, 1967). De acuerdo a distintos autores, las variables climáticas más importantes que lo afectan son fotoperíodo, intensidad de luz y temperatura.

Hill y Loch 1993, señalan que algunas leguminosas particularmente las de origen tropical florecerán fuertemente cuando sufran un stress. Hopkinson y Reid 1979, definen a *Lotononis bainesii* como una planta de día neutro, que necesita de un factor de stress para producir una actividad vigorosa y que el stress hídrico (sequía) sería el que mayor estímulo floral provocaría. Altuve et al, 1991, obtuvo las máximas producciones en un año con escasa precipitación y un período con stress hídrico, en tanto una estación lluviosa indefinida, produciría una sincronización deficiente de la floración.

También, Loch, D.S, (datos no publicados), afirma que *Lotononis bainesii* puede producir sucesivas tandas de floración durante los meses de primavera, verano y a veces en otoño, en años secos. Estas se producen luego de períodos de lluvia.

Pankiw et al. 1977, sostienen que la cantidad de semilla formada en *Lotus corniculatus*, es dependiente de la población polinizadora disponible y las condiciones climáticas que afectan su actividad.

En leguminosas alógamas el número de óvulos fecundados depende de las condiciones meteorológicas prevalentes durante la floración ya que días fríos, muy nublados o lluviosos reducen la actividad de los insectos polinizadores y en consecuencia se traducen en bajas tasas de fecundación.

Hutton (1960) y Byth (1964) reportan que el género *Lotononis* presenta cleistogamia. Real et al. (2004) refutan esto, manifestando que *Lotononis bainesii* Baker es altamente alógamo, aunque no desconocen que exista cierto porcentaje de autopolinización.

Pritsch 1976, recomienda para trébol blanco entre dos y cuatro colmenas por hectárea, para *Lotus corniculatus* entre tres y cinco, en trébol rojo sugiere entre cuatro y siete y finalmente en el caso de alfalfa recomienda entre siete y diez colmenas por hectárea.

El grado de atracción de las flores, la facilidad que ofrecen para el trabajo de los insectos son factores que afectan la competencia por polinizadores que ejercen otras especies al momento de la floración. Bryan 1961, reporta que cuando *Lotononis bainesii* está florecido, resulta muy atractivo para las abejas.

Con una población alta de polinizadores no solo se busca obtener un alto porcentaje de cuajado, con lo que se logran buenos rendimientos de semilla, sino que además es muy importante, una maduración pareja del cultivo característica que facilita la cosecha.

Según reporta Thomas, 1981 para trébol blanco bajo condiciones normales de verano solo el 50% de los óvulos desarrollados terminarán en semilla. En dicha especie la esterilidad del polen varía entre 3 y 50% y el número de óvulos por ovario se sitúa entre 4,5 a 6. Sin embargo el número de semillas por flor raramente es superior a 3. Dicho autor señala que el número de óvulos por inflorescencia es mayor a bajas temperaturas.

Anderson 1955, en *Lotus corniculatus* indica que las inflorescencias producidas más temprano en la estación de crecimiento generan mayor número de vainas por

umbela y que el número de semillas por vaina es mayor comparado con las flores formadas tardíamente.

2.4. MADURACION Y DESGRANE DE LA SEMILLA

Según Li y Hill (1989b) el pasaje de botón floral a plena floración en *Lotus corniculatus*, dura alrededor de 10 días bajo las condiciones de Palmerston North, Nueva Zelanda.

Anderson (1955), describe para *Lotus corniculatus*, que la longitud de la vaina aumenta rápidamente luego de la polinización, alcanzando el 75 % de su tamaño luego de los 6 días y su tamaño máximo el día 21. Un notable desarrollo diametral de las vainas comienza alrededor del día 15 debido al rápido desarrollo de la semilla en esa etapa.

El mismo autor agrega que el proceso de llenado de semillas requirió de 32 a 34 días luego de plena floración, mientras que la madurez fisiológica se alcanza entre los 24 a 27 días luego de plena floración.

García-Díaz y Steiner 2000, señalan que bajo las condiciones de Florida (USA), el número de días entre plena floración y la cosecha varía entre 26 y 31 días para *Lotus corniculatus* con una pérdida por desgrane que puede alcanzar el 35%.

Altuve et al, 1986, en Corrientes Argentina, reporta que la mayor producción de semillas para *Lotononis bainesii* se registró entre los 44 y 54 días posteriores al pico de máxima formación de botones florales.

McGraw et al., 1986, en trabajos realizados con diferentes ambientes, genotipos y estrategias de manejo en *Lotus corniculatus* sugieren que el número de inflorescencias es la mejor guía para determinar el momento óptimo de cosecha. Dichos autores recomiendan cosechar 35 días luego del pico de plena floración, (momento que coincide con el número máximo de inflorescencias maduras) señalando que es el tiempo que le lleva a las vainas madurar para estar aptas para ser cosechadas.

Estas diferencias muestran que el momento de cosecha basado en días calendario no es un buen criterio a seguir para evitar las pérdidas de semilla por dehiscencia de las vainas.

Beuselinck y Mac Graw 1997, determinaron que la temperatura influye en la maduración de los tejidos reproductivos y en la eficiencia reproductiva. Ellos reportaron que el número de días desde floración a madurez de las vainas generalmente decrecía desde las fechas de floración tempranas a las más tardías

Por su parte Anderson 1955, reporta que las vainas formadas temprano tenían mayor rendimiento que las tardías. Un período de maduración más corto resulta en un menor tiempo de llenado de semillas lo que parcialmente explica la disminución en el peso de mil semillas observadas en las umbelas formadas más tardíamente.

Winch y MacDonald 1961, constataron que el período de desarrollo de semilla es el más afectado por las condiciones climáticas, acortándose por temperaturas altas y precipitaciones escasas.

García-Díaz y Steiner 2000, manifiestan que la semilla cosechada de *Lotus corniculatus* fue máxima cuando la tasa de maduración fue mayor a la tasa de dehiscencia de las vainas. Las pérdidas de semilla por desgrane no pueden ser reducidas por una cosecha más temprana porque el número de vainas cosechables con semilla madura será menor.

La humedad relativa ha sido reportada por varios autores (Anderson, 1955; Metcalfe et al, 1957) como el factor crítico de mayor influencia sobre la dehiscencia de las vainas y las pérdidas de semilla por desgrane para *Lotus corniculatus*.

La dehiscencia no sólo tiene una estrecha relación con la temperatura y humedad relativa, sino también con la humedad de la vaina, el genotipo y el período de exposición a dichas condiciones (Metcalfe et al., 1957).

La tasa de desgrane se incrementa conforme aumenta la tasa de pérdida de agua de la vaina, o sea la velocidad de secado, pero no es significativa cuando la pérdida de agua ocurre en forma lenta (Berruti y Grauert 1994).

Para *Lotononis bainesii*, Altuve et al, 1991, sostienen que presenta dehiscencia tardía. Sin embargo, Loch, (datos no publicados) asegura que altos rendimientos de semilla son posibles de obtener por períodos cortos debido a la rápida dehiscencia de las vainas. Sobre el tema, White et al, citado por Bryan 1961, indican que las dificultades de cosecha en *Lotononis bainesii* están dadas principalmente por una dehiscencia temprana de semilla más que por las dificultades físicas inherentes a este tipo de semilla.

Para *Lotus uliginosus* cv. Grassland Maku, Hare y Lucas, 1984, encontraron que cuando las vainas se tornan marrón oscuras, se produce la dehiscencia de las mismas. Cuando las condiciones climáticas son cálidas y secas el período entre la madurez fisiológica y la dehiscencia de la semilla es de tan solo 4 a 5 días.

2.5. COSECHA DE SEMILLA

En leguminosas de crecimiento indeterminado con períodos de floración-semillazón muy amplios, la elección del momento y método de cosecha constituyen las decisiones más difíciles de tomar. (Formoso, 2001).

2.5.1. Momento de cosecha

De acuerdo con sugerencias de INTA, 1981, la cosecha de *Lotononis bainesii* se debería realizar cortando todo el volumen de material verde, cuando cerca del 80% de las vainas maduras tiene semillas de color castaño.

Teniendo en cuenta que Altuve et. al 1991, reporta problemas de dehiscencia en *Lotononis* y dada la carencia de información existente sobre el punto, interesan considerar algunas sugerencias reportadas en la literatura para *Lotus corniculatus* y *pedunculatus*. Estas especies son de crecimiento indeterminado con gran amplitud en el período de floración, con ocurrencia simultánea de flores, vainas verdes, maduras y abiertas y con riesgos de desgrane por dehiscencia de vainas, aspectos que también ocurren en *Lotononis bainesii*.

Desde el punto de vista morfológico *Lotus corniculatus* tiene capacidad para producir grandes cantidades de semilla (Pieroni 1992). Sin embargo, los rendimientos que normalmente se obtienen en la práctica oscilan de 50 a 150 Kg/ha, siendo esto atribuible a las pérdidas por desgrane y al hábito de crecimiento indeterminado de la especie (Anderson, 1955).

En general, en las especies indeterminadas a medida que el tiempo pasa y el semillero va madurando el potencial cosechable va aumentando hasta un máximo a partir del cual, los rendimientos disminuyen por desgrane.

Li y Hill (1989b) manifiestan para *Lotus corniculatus* que la estimación más realista del rendimiento potencial se calcula considerando solo aquellas inflorescencias producidas durante los 20 días más próximos al pico de floración.

La elección del momento de cosecha para obtener altos rendimientos de semilla es un factor muy importante. En general si se cosecha muy temprano, el rendimiento será bajo por la presencia de mucha semilla inmadura e inviable y si se cosecha tarde, habrá pérdidas por desgrane (Seany y Henson, 1970, Costa y Panizza, 1997).

El porcentaje de dehiscencia y la cantidad de semilla que se pierde, incrementa cuanto más tarde ocurra la maduración de las vainas (Anderson, 1955)

Según Winch y McDonald 1961, en *Lotus corniculatus* para obtener los mayores rendimientos de semilla de buena calidad, habría que cosechar cuando el 60 a 85% de las vainas estén maduras.

Formoso, 2001 reporta a partir del estudio de 15 curvas de semillazón de *Lotus pedunculatus* cv. Maku realizadas en Uruguay, que los máximos rendimientos de semilla variaron mucho entre años, edades y manejo de cultivo. Los máximos rendimientos de semilla según las situaciones, se registraron con porcentajes de vainas maduras que variaron entre 28 y 90% y el de abiertas entre 2 y 16%.

2.5.2. Métodos de cosecha

La elección del método de cosecha en leguminosas forrajeras depende de la especie, variedad, estado del cultivo al momento de cosecha, de las condiciones ambientales y básicamente del equipo agrícola disponible (Hill y Loch, 1993). Dichos autores mencionan que la pericia del operador de la maquinaria destinada a cosecha influye marcadamente en la determinación de la eficiencia de cosecha.

Para cosechar (Carámbula, 1981) sugiere que en el caso de semilleros pequeños y/o de maduración uniforme pueden ser cosechados directamente, mientras que en semilleros grandes y/o de maduración despareja se debería optar por el hilerado previo a la cosecha.

Para *Lotononis bainesii*, Loch, (datos no publicados) sugiere la aplicación de cosecha directa para cultivos poco densos, mientras que para aquellos con altas acumulaciones de forraje aconseja al hilerado previo. Este debería realizarse en la mañana dejando secar al forraje por uno o dos días.

Skerman 1991, sugiere que el material debe permanecer hilerado por tres o cuatro días de manera de secarse lo suficiente para ser cosechado. Además, indica para la cosecha indirecta una velocidad del cilindro de 1000 r.p.m., con el cóncavo cerrado y con muy poco viento sobre las zarandas ajustables. Para la cosecha directa el cóncavo debería estar más abierto, dado que de otra manera el forraje se volvería una masa imposible de trillar y aumentarían las pérdidas de semilla.

Skerman 1991, agrega que *Lotononis* posee una savia muy viscosa que luego de la trilla favorece que la semilla se caliente muy rápidamente (60 ° C en cuatro horas) por lo que necesita de un inmediato secado.

El corte en *Lotononis bainesii*, puede hacerse con guadañadoras hileradoras con bandeja recolectora, dejando el material ya sea en la hilera o en montones por 2 ó 3 días para luego proceder con la trilla. (INTA, 1981)

Berruti y Grauert 1994, mencionan que el empleo de desecantes se justifica en leguminosas forrajeras porque permiten cosechar cuando se presentan condiciones adversas, eliminan requerimientos de pasteras y rastrillos, reducen el tiempo de cosecha y minimizan las pérdidas de semilla por desgrane.

Dichos autores señalan que la utilización de desecantes posibilita un rápido secado de la parte aérea de la planta facilitando la recolección y trilla al reducir el volumen de follaje con alto contenido de humedad. La cosecha debe iniciarse cuando la masa foliar esté con un porcentaje de humedad de 20 a 25% lo que facilita la cosecha (Stanley, 1956).

Sin embargo, ambos autores concluyen que el corte e hilerado es la opción que origina la mayor velocidad de secado y los más altos valores de materia seca en *Lotus corniculatus*, lo cual resulta muy importante a la hora de querer minimizar los riesgos de pérdidas de semilla por factores meteorológicos.

Por otro lado, Wiggans et al. 1956 (citado por Costa y Panizza, 1997) encontraron que el contenido de humedad de las semillas y las vainas fue mucho menor en el corte e hilerado que cuando se usaron desecantes.

2.6. CALIDAD DE SEMILLA

En *Lotononis* no se reporta información sobre calidad de semilla en la literatura disponible, razón por la cual se referencian algunos aspectos sobre el tema referidos a *Lotus*.

Los resultados obtenidos por Anderson 1955, muestran que las vainas formadas más tempranamente tienen semillas de mayor viabilidad y peso. Como consecuencia de ello, sugiere que esas son las vainas que deberían ser tomadas en cuenta para definir el mejor momento de cosecha para *Lotus corniculatus*.

García y Noguera 1981, reportaron que la calidad de semilla podría verse afectada positivamente por la aplicación de sustancias desecantes en *Lotus corniculatus*. Sin embargo, Berruti y Grauert (1994) y Costa y Panizza (1997) para la misma especie, coinciden en que la viabilidad, peso de 1000 semillas y germinación de la semilla no fueron afectadas por el uso de desecantes.

Pieroni 1992, reporta que la calidad de la semilla de *Lotus corniculatus* varía mucho con los diferentes estados de madurez. Vainas cosechadas tempranamente, no alcanzan el máximo peso ni la máxima viabilidad.

2.6.1. Germinación

El porcentaje de viabilidad o de germinación constituye la forma de expresar el porcentaje de embriones que han completado su desarrollo y son capaces de germinar luego de ser expuestos a condiciones favorables. Este análisis se realiza con el objetivo de conocer la capacidad potencial de la semilla para dar origen a una plántula normal. Se dice potencial, porque las condiciones altamente favorables en que se realiza el análisis en el laboratorio distan mucho de ser las mismas que la semilla tendrá que enfrentar en la chacra. (Carámbula, 1981).

La habilidad para germinar es directamente proporcional al peso de las semillas, por lo que la viabilidad se incrementa al avanzar el proceso de maduración. La viabilidad como carácter aislado no constituye una limitante para fijar la época de cosecha, puesto que se logra mucho antes que cualquier productor piense en iniciar la cosecha de su cultivo (Grabe, 1956; Hill y Watkin, 1975 citados por Carámbula, 1981).

Las características de germinación de las semillas no pueden ser mejoradas en forma sustancial a través del procesamiento, sino que dependen principalmente de un adecuado manejo de las mismas durante la cosecha y poscosecha (Anónimo, 1973).

Bryan 1961, menciona que es común encontrar lotes de semilla de *Lotononis bainesii* con 85 % de germinación semanas después de la cosecha. Esto coincide con los datos obtenidos por Altuve, 1991.

Carámbula 1981, menciona que la dureza (consecuencia de que la cutícula de la semilla es impermeable e impide la penetración de agua), es una característica de muchas semillas de leguminosas que posibilitan que las mismas germinen durante períodos variables. Normalmente los porcentajes de dureza de las semillas de leguminosas previo a la cosecha son muy altos, pero estos decrecen luego de la trilla y procesamiento debido al efecto escarificador de la maquinaria normalmente utilizada.

En *Lotononis bainesii*, el porcentaje de semilla dura está altamente relacionado con el color de la misma (Altuve et. al, 1991). Así, semillas púrpuras y marrón amarillentas presentan alto grado de dureza. El mismo autor reporta porcentajes de semilla dura entre 51 y 62% para esta especie.

2.6.2. Peso de mil semillas.

El peso de 1000 semillas es la medida estándar para el tamaño de la semilla (Charlton, 1989).

Gibson y Humphreys (1973) mencionan que en leguminosas el peso de las semillas sigue un orden jerárquico de acuerdo con el estado de los tallos, siendo mayor en aquellos más vigorosos.

El peso o tamaño de las semillas también depende de la competencia por metabolitos dentro de cada planta y entre las diferentes plantas del cultivo según (Donald, 1954).

Rebollo y Duhalde (1987), mencionan que en *Lotus corniculatus*, el peso de 1000 semillas alcanza su máximo en las primeras etapas de maduración para luego disminuir como consecuencia de la pérdida de agua, en tanto la semilla alcanza la madurez.

Según Carámbula 1981, los factores externos que afectarían el peso de la semilla, tanto a nivel de una misma planta como también entre plantas, serían: la temperatura, la humedad del suelo y los nutrientes, siendo mayor, cuando se forman a temperaturas relativamente bajas y cuando el fósforo y la humedad del suelo no son limitantes.

El peso de 1000 semillas reportado por Skerman et al. 1991, para *Lotononis bainesii* fue de 0,3 g. Mannetje y Jones 1992, informan que el peso de mil semillas para *Lotononis* puede variar entre 0.25 y 0.33 g.

Rostán 2002, comprueba que lotes de semilla de *Lotononis bainesii* con pesos superiores a los 0.25 g las mil semillas presentarían altos niveles de germinación, entre esta cifra y 0.2 g la viabilidad sería aceptable, mientras que por debajo de 0.2 g la semilla sería achuzada con baja o nula germinación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron varios trabajos para estudiar diferentes tópicos relacionados con la fase reproductiva y producción de semillas de Lotononis:

- evolución temporal de diferentes estadios florales en cuatro ambientes,
- evolución de la floración y semillazón en un cultivo de primer año,
- evaluación de métodos de cosecha.

3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los trabajos fueron realizados en el Departamento de Paysandú, en la unidad experimental Glencoe (Latitud: 32° 01' 32" S Longitud: 57° 00' 39" W) y en el Departamento de Tacuarembó en la sede central de INIA Tacuarembó (Latitud: 31° 42' 18" S Longitud: 51° 49' 82" W) ambas pertenecientes al INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).

Los suelos donde se realizaron los trabajos en Glencoe, están desarrollados sobre basalto, tienen diferentes profundidades de perfil y pertenecen a la Unidad Queguay Chico, mientras que en Tacuarembó, el suelo fue un Luvisol formado sobre Areniscas de Tacuarembó.

Las características más relevantes de los suelos relacionadas con la producción forrajera se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización de los sitios experimentales.

Sitio	Localidad	Suelo	Profundidad	pH H₂O	Al⁺Interc. (meq/100 g)	MO (%)	P Bray N° 1 (ppm)	P Ac. Cítrico (ppm)
1	Glencoe	Brunosol Subéutrico (Medio)	48 cm	5,7	-	7,1	1,65	4,75
2	Glencoe	Litosol (Superficial Rojo)	13 cm	6,0	0,05	4,41	2,3	5,2
3	Tacuarembó	Luvisol	> 150 cm	5,6	0,63	1,53	3,2	4,8

El cultivo de Lotononis en el sitio experimental 1 correspondió a una pastura de primer año establecido en septiembre de 2002 mediante transplante manual de plántulas

de 5 a 10 cm de altura, dispuestas a una por metro cuadrado sobre un suelo laboreado en forma convencional y previamente fertilizado al voleo con 300 kg/Ha de fosforita natural: 0-13-28-0. Los restantes sitios experimentales tenían cultivos de Lotononis de tercer año de edad que habían sido sembrados en cobertura. En los tres sitios el Lotononis cubría completamente los suelos (100% de área cubierta).

Durante la fase reproductiva los cultivos fueron provistos de 4 colmenas por hectárea a los efectos de asegurar una adecuada polinización.

En el sitio experimental nº1, correspondiente al semillero madre se realizaron cuatro aplicaciones nocturnas (30/1/03, 6/2/03, 21/2/03 y 27/2/03) de Endosulfán a razón de 560 gr i.a/Ha diluidas en 150 litros de agua por hectárea. En dicho semillero, en las fechas indicadas en el cuadro 2, se evaluó la población de insectos a partir de muestreos realizados con red entomológica a 100 golpes de red por hectárea en cada fecha de muestreo.

Cuadro 2. Población de insectos en diferentes momentos en el semillero madre, sitio experimental N° 1.

	Fecha de muestreo de insectos						
	21/01/03	28/01/03	04/02/03	12/02/03	18/02/03	25/02/03	04/03/03
Hemípteros (Chinches)	122	125	30	12	71	2	7
Lepidópteros (Lagartas defoliadoras)	12	9	1	0	5	0	0
Ortópteros (Langostas y Saltamontes)	10	21	7	4	11	4	7
Neuroptera (Chrisopa, predator)	5	4	0	2	3	0	0
Homóptera (Chicharritas)	2	5	3	0	3	5	4

3.2. DETERMINACIONES.

Las mismas variaron con los diferentes experimentos. Con relación a las estructuras florales se cuantificaron las siguientes variables.

- Número de óvulos por flor. Se cuantificaron en 5 momentos en flores localizadas en el tercio superior, inferior y zona media de las inflorescencias mediante utilización de lupa binocular con aumento de 50 X.
- Número de botones florales, tipificándose los mismos como aquellas estructuras, yemas reproductivas, que presentan un grado de desarrollo tal que son visibles a simple vista, sin tener expuestos los pétalos de la corola.
- Número de inflorescencias amarillas, corresponden a las estructuras florales que presentan las flores con la corola o parte de la misma expuesta con tonalidades de color amarillo.
- Número de inflorescencias maduras, comprende la etapa siguiente a la previamente descrita donde ninguna flor de la inflorescencia presenta pétalos o parte de los mismos con coloración amarilla, la misma tiene vainas formadas con color verde a marrón.
- Número de inflorescencias secas, son aquellas cuyas vainas son de coloración marrón intenso, con tonalidades negruzcas, altos porcentajes de materia seca, aptos para cosecha.
- Porcentaje de dehiscencia, se determinó en el tiempo a partir de vainas maduras contabilizándose el número de vainas abiertas independientemente del número de semillas que las mismas contenían, expresándose los resultados en porcentaje de dehiscencia con relación a la población total de vainas maduras existentes.
- Rendimiento de semilla limpia. Se determinó a partir de la trilla del material colectado a mano en el campo. Este fue trillado mediante micro trilladora experimental y posteriormente limpiado mediante zarandas y viento con procesadora Clipper. En la misma se utilizaron zarandas de malla rectangular 6 x 26 y 6 x 42 y posteriormente zaranda de orificios circulares 1/23. Según Rostán, C (comunicación personal) la semilla con peso de 1000 semillas inferior a 0.18g no es viable. Por esta razón la semilla luego de procesada en Clipper fue reprocesada en blower INTERMATIC con abertura de 2,1 a los efectos de eliminar la semilla liviana, con peso de 1000 semillas inferior a 0.18 g.
- Peso de 1000 semillas, fue determinado a partir de cuatro repeticiones de 100 semillas de cada una en los diferentes muestreos.
- Porcentaje de germinación, fue calculado a partir de dos repeticiones de 100 semillas cada una.

La germinación se realizó en una cámara germinadora siguiendo las normas I.S.T.A. para la especie, por tal se colocaron a una temperatura de 20-30° C y fotoperíodos de 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad. A las exigencias de las normas anteriormente mencionadas en las cuales se deben realizar contajes a los 7 y 21 días se le agregó una medición a los 14 días. Se determinó además el número de semillas duras, frescas y muertas.

Los análisis de variancia fueron realizados mediante el uso del programa S.A.S (Statistical Analysis System) y las medias fueron separadas por el test de mínima diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad. Para el análisis estadístico de los ensayos se utilizó el modelo de bloques completamente al azar.

El modelo utilizado para tal fin fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

3.3. DATOS CLIMÁTICOS.

Cuadro 3. Registros quincenales pluviométricos y temperatura media del aire.

Período	Temperatura media (°C)	Precipitaciones (mm)	
	Tacuarembó	Tacuarembó	Glencoe
1-15 Oct.	20,3	267,2	116,2
16-31 Oct.	17,8	202,0	152,8
1-15 Nov.	18,4	86,4	116,8
16-30 Nov.	22,0	236,8	191,6
1-15 Dic.	20,9	123,5	119,2
16-31 Dic.	21,4	95,2	112,8
1-15 Ene.	23,0	14,8	81,6
16-31 Ene.	23,6	38,0	33,6
1-15 Feb.	24,3	157,6	112,8
16-28 Feb.	20,3	193,7	37
1-15 Mar.	21,8	85,1	74,5
16-30 Mar.	18,2	51,0	67

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE DIFERENTES ESTADIOS FLORALES EN CUATRO AMBIENTES.

El conocimiento de la duración de los distintos estadios florales es importante a los efectos de predecir y planificar con mayor certeza los momentos óptimos de cosecha.

En este contexto se seleccionaron cuatro sitios experimentales (cuadro 1) y se cuantificó el número de días que insume el pasaje de botón floral a inflorescencia amarilla, madura y seca apta para cosecha. Los resultados obtenidos se reportan en el cuadro 4 y representan los promedios del seguimiento evolutivo de 90, 25, 30 y 38 botones florales marcados para los sitios experimentales 1 (a y b), 2 y 3 respectivamente.

Cuadro 4. Ciclo en días \pm un desvío estándar de distintos estadios florales en cuatro sitios experimentales.

Sitio	Edad (años)	Inicio de muestreo	Nº de muestras (n)	Botón floral	Inflorescencia amarilla	Inflorescencia madura	Inflorescencia seca
1 (a)	1	28/01/03	n =90	0	7,0 \pm 2,0	13,0 \pm 3,0	41,4 \pm 4,7
1 (b)	1	29/01/03	n =25	-	0	7,0 \pm 0	34,7 \pm 3,9
3	3	29/01/03	n =30	0	6,0 \pm 2,0	12,0 \pm 3,0	36,4 \pm 4,2
4	3	23/01/03	n =38	0	5,0 \pm 2,0	9,0 \pm 3,0	36,7 \pm 5,5

(a) y (b) mismo sitio pero difieren en fecha y estructura de inicio del muestreo.

Considerando las diferencias de suelos existentes en los cuatros sitios experimentales (cuadro 1), así como entre edades de los semilleros se observa que las dos primeras etapas: de botón floral a inflorescencias amarillas y de estas a inflorescencias maduras presentan duraciones que varían entre 5 y 7 días para la primera etapa en los distintos sitios y entre 4 y 6 días para la segunda fase según la localización de los experimentos.

Estos períodos relativamente similares entre lugares y entre ambas fases reflejan que las mismas se caracterizan por presentar una velocidad de desarrollo rápida, muy superior y que contrasta con el período insumido entre inflorescencias maduras y secas aptas para cosechar, los cuales variaron entre 24 y 28 días, cuadro 4.

Desde el momento en que se visualiza un botón floral que no tiene la corola visible hasta que evoluciona a inflorescencia seca apta para trillar transcurren entre 36 y 41 días según los sitios experimentales. Altuve et al, 1986, en Corrientes Argentina, para

un semillero de primer año, reporta que el pico de inflorescencias secas debería producirse entre 44 y 54 días posteriores al pico de botones florales.

En términos prácticos los estadios de inflorescencia con flores amarillas e inflorescencias aptas para trillar, son fácilmente detectables a nivel de campo, razón por la cual presentan una importancia relevante en lo que se refiere a la previsión de la fijación de los momentos de cosecha a partir de lo que comúnmente se denomina floración (pétalos amarillos expuestos).

En este contexto se analizó el pool de información existente, en términos de la duración en días desde inflorescencias amarillas a aptas para cosecha cuadro 5.

Cuadro 5. Medias estimadas (número de días \pm 1 error estándar) para el lapso transcurrido entre inflorescencia amarilla y seca para 4 sitios experimentales.

Sitio experimental	Media estimada	Error estándar
1 (a)	34,9 B	\pm 0,66
1 (b)	34,7 B	\pm 1,03
3	30,5 A	\pm 1,03
4	32,0 A	\pm 0,99

* Letras mayúsculas iguales indican que no hay diferencia significativa entre medias al nivel de probabilidad del 5%.

Dentro de cultivos de una misma edad, primer año (sitios experimentales 1 (a y b)) o tercer año (sitios experimentales 3 y 4), se verificaron duraciones del período considerado similares ($p > 0,05$) en tanto difirieron ($p < 0,05$) cuando se contrastan edades diferentes, primeros versus terceros años.

Las causas de estas diferencias pueden ser variadas, edad del cultivo, condiciones edáficas, climáticas, etc, sin embargo en términos prácticos una diferencia de 4 a 5 días es irrelevante.

4.2. EVOLUCIÓN DE LA FLORACIÓN Y SEMILLAZÓN EN UN CULTIVO DE PRIMER AÑO.

Durante el período comprendido entre el 24 de diciembre de 2002 y el 26 de marzo de 2003, se determinaron las poblaciones de botones florales, inflorescencias amarillas, maduras y secas, así como los rendimientos de semilla y calidad de las mismas. El objetivo consistió en establecer primariamente y reportar un patrón evolutivo de la fase reproductiva que sirva como marco de referencia orientativo para futuros trabajos con esta nueva especie propuesta por INIA, para mejorar el potencial forrajero de la región basáltica.

Las determinaciones se realizaron sobre 6 parcelas de 0.5 x 0.5m dispuestas al azar en el semillero.

4.2.1 Evolución de la floración

Altuve et al, 1986, en Corrientes Argentina reporta que el período reproductivo en Lotononis se prolonga desde agosto a marzo. En el mismo trabajo se evidencia la dificultad de ubicar picos de floración en años lluviosos con respecto a secos. En estos últimos la producción máxima de inflorescencias secas por metro cuadrado fue sensiblemente mayor (700 versus 150 inflorescencias secas/m²).

En el Cuadro 6 y Figura 1 se reporta la evolución del número de botones florales por metro cuadrado.

Cuadro 6. Número de botones florales/m² promedio según fechas de muestreos.

Fechas de muestreo	Nº de Botones florales/m ²
14/01/2003	174 a
21/01/2003	182 a
28/01/2003	208 a
05/02/2003	183 a
11/02/2003	91 b
18/02/2003	82 b
25/02/2003	73 b
04/03/2003	68 bc
12/03/2003	27 cd
20/03/2003	13 d
26/03/2003	14 d

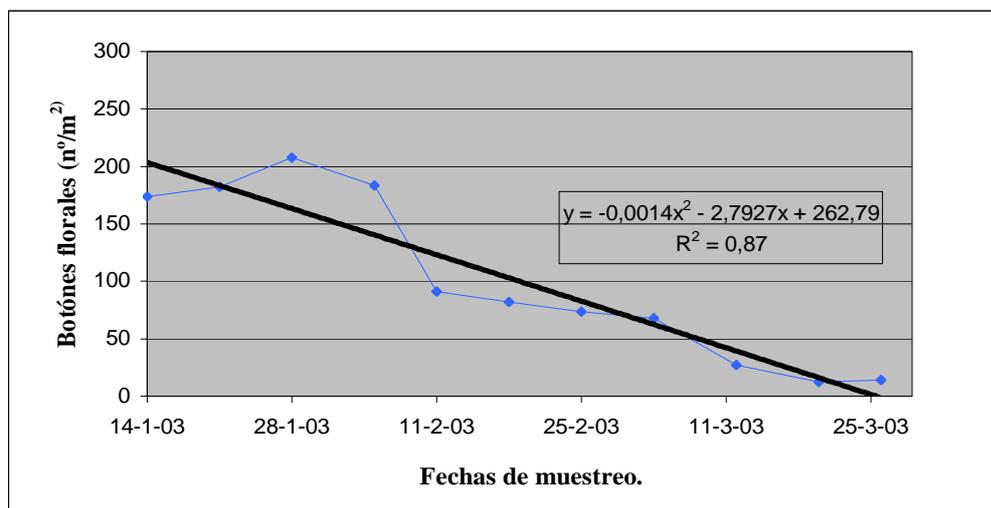
* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias (P>0,05).

Durante un período de cuatro semanas (14/01-5/02), que coinciden con el inicio del muestreo, se verifican las mayores poblaciones de botones florales, sin diferencias significativas entre fechas (p>0,05), cuadro 6, Figura 1.

Entre el 5 y el 11 de febrero, el número de botones florales disminuye a la mitad, sin conocerse las causas de esto, aunque probablemente la lluvia registrada el día 1° de febrero (86 mm) (Ver Anexo registros pluviométricos), evitó la posible ocurrencia de estrés hídrico, que favorecería la inducción floral.

En esta situación, probablemente las precipitaciones registradas durante el período inductivo provocarían una floración difusa, al no ocurrir situaciones de estrés para la planta. Esto concordaría con lo descrito por Hopkinson y Reid (1979), quienes sostienen que una estación lluviosa produciría una sincronización deficiente de la floración en *L. bainesii*.

Interesa resaltar que el pico de aparición de botones florales probablemente se registró fuera del período de muestreo, ya que no se evidencia claramente un máximo en los 70 días de monitoreo de esta estructura floral. Esto, junto con la caída lenta y constante de la aparición de botones florales a medida que avanza el verano refuerza lo manifestado previamente con relación a lo difusa que fue la floración, Figura 1.



* x = nº de días a partir del 24/12/2002.

Figura 1. Número de botones florales/m² promedio según fechas de muestreos.

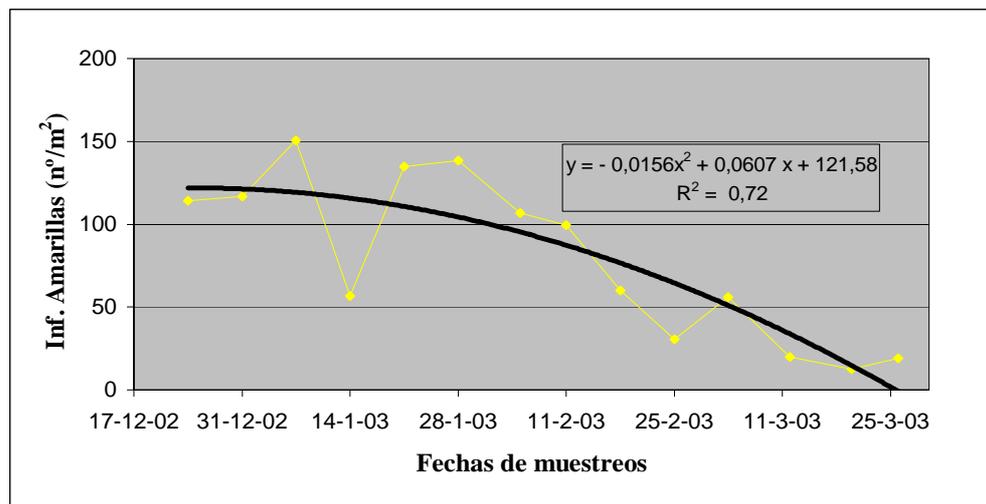
A pesar que la ecuación lineal ajustaría con la misma correlación que una polinomial de segundo grado, se asume que la floración debería tener por lo menos un máximo con un período creciente y otro decreciente.

La evolución de la población de inflorescencias amarillas se presenta en el Cuadro 7 y la Figura 2.

Cuadro 7. Número de inflorescencias amarillas/m² promedio según fechas de muestreos.

Fechas de muestreos	Nº de inflorescencias amarillas/m ²
24/12/2002	114 abc
31/12/2002	117 abc
07/01/2003	151 a
14/01/2003	57 de
21/01/2003	135 abc
28/01/2003	139 ab
05/02/2003	107 bc
11/02/2003	99 c
18/02/2003	60 d
25/02/2003	31 def
04/03/2003	57 de
12/03/2003	20 ef
20/03/2003	13 f
26/03/2003	19 ef

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias (P>0,05).



* x = nº de días a partir del 24/12/2002.

Figura 2. Número de inflorescencias amarillas/m² promedio según fechas de muestreos

A pesar de que en esta variable, el período estudiado presenta mayor amplitud (92 días) tampoco se visualiza un máximo, aunque enero a excepción del muestreo realizado el 14/1/03 presentó los mayores guarismos.

De forma similar a la evolución de los botones florales, la población de inflorescencias amarillas disminuye progresivamente hacia fines de marzo.

La caída importante del número de inflorescencias amarillas registrada el 14/01/03 podría explicarse por un evento climático al cual la especie es sensible, como son por ejemplo la temperatura y la disponibilidad hídrica. Cabe recordar que el semillero fue realizado por transplante y por ende fue más susceptible a períodos de sequía. A mediados de enero las plantas estaban mostrando un fuerte estrés hídrico con un fuerte marchitamiento de plantas a los momentos de máxima temperatura al mediodía y recobrando la turgencia en la noche.

La evolución de las inflorescencias maduras se presenta en el Cuadro 8 y Figura 3.

Cuadro 8. Número de inflorescencias maduras/m² promedio según fechas de muestreos.

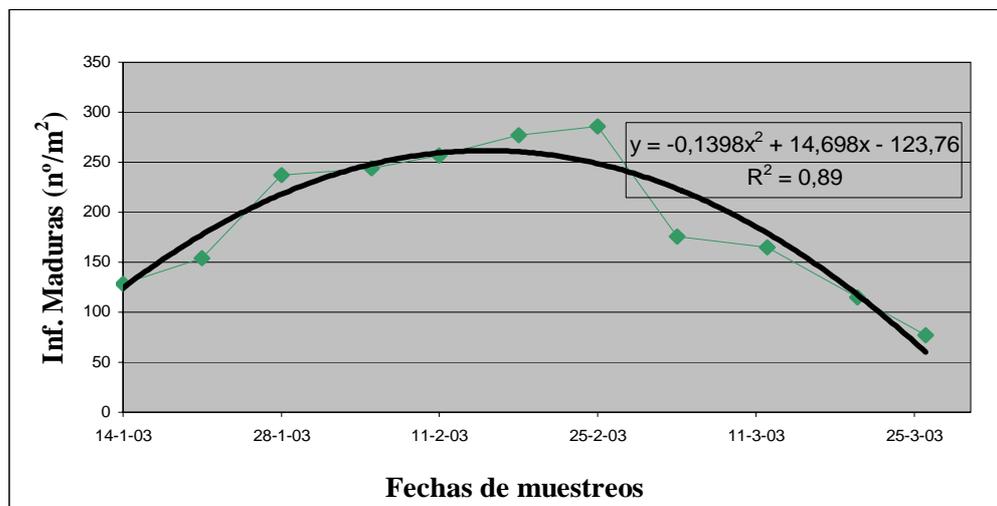
Fechas de muestreos	Nº Inflorescencias Maduras/m²
14/01/03	129 bc
21/01/03	154 bc
28/01/03	237 a
05/02/03	244 a
11/02/03	257 a
18/02/03	277 a
25/02/03	286 a
04/03/03	177 b
12/03/03	165 bc
20/03/03	115 cd
26/03/03	77 de

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias (P>0,05).

Los registros poblacionales de esta variable constituyen valores superiores a los restantes tipos florales discutidos previamente, dada la mayor duración de la fase de cabezuelas maduras, tal como fue reportado en el trabajo previo.

Esto explicaría que efectos tan pronunciados como el descenso de inflorescencias amarillas que se produce el 14/01/03 no se vean reflejados.

En la Figura 3 pueden visualizarse tres etapas en la curva evolutiva de las cabezuelas maduras que se confirman estadísticamente en el cuadro 8. Una fase creciente hasta el 28/01/03, una constante entre el 28/01/03 y el 25/02/03 y otra decreciente a partir de este último momento.



* x = nº de días a partir del 24/12/2002.

Figura 3. Número de inflorescencias maduras/m² promedio según fechas de muestreos

A diferencia de los otros tipos florales estudiados, en esta situación se puede definir con bastante certeza la etapa en que se localizó el máximo.

Derivando el polinomio se obtiene una ecuación de primer grado que igualada a cero permite definir el máximo a los 52 días posteriores al 24/12, valor que corresponde al 14/02.

Las variaciones en la evolución temporal de las inflorescencias maduras se explican mayoritariamente ($R^2= 0,89$) por el modelo reportado en la Figura 3, característica que implica que el proceso de maduración está gobernado principalmente por las plantas en relación al ambiente.

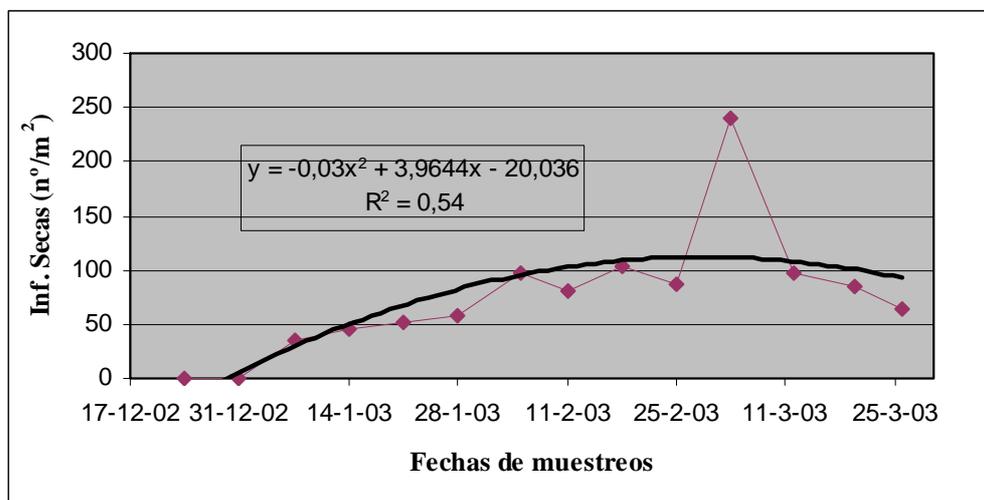
En contraposición, la evolución del número de inflorescencias secas por metro cuadrado presenta una predecibilidad muy inferior ($R^2= 0,54$) de acuerdo a los resultados reportados en el Cuadro 9 y representados gráficamente en la Figura 4.

Cuadro 9. Número de inflorescencias secas/m² promedio según fechas de muestreos.

Fechas de muestreos	Nº Inflorescencias Secas/m²
24/12/2002	0 g
31/12/2002	0 g
07/01/2003	35 ef
14/01/2003	46 ef
21/01/2003	53 def
28/01/2003	59 def
05/02/2003	97 bc
11/02/2003	80 bcde
18/02/2003	104 b
25/02/2003	87 bcd
04/03/2003	238 a
12/03/2003	97 bc
20/03/2003	84 bcd
26/03/2003	65 cdef

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P > 0,05$).

Al analizar la evolución de la curva de este tipo floral en valores absolutos se observa que los aumentos hasta el 4/03/03 fueron relativamente moderados y constantes contrastando con ese pico tan abrupto. Este coincide con la caída estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de las inflorescencias maduras al pasar del 25/02/03 al 4/03/03 (Cuadro 8).



* x = nº de días a partir del 24/12/2002.

Figura 4. Número de inflorescencias secas/m² promedio según fechas de muestreos.

La baja correlación que muestra el ajuste de las cabezuelas secas comparativamente con los demás tipos florales responde al pico tan pronunciado registrado el 4/03/03.

La ausencia de precipitaciones en el mes de febrero (Ver Anexo registros pluviométricos) y la probable ocurrencia de temperaturas muy altas a fines de febrero y comienzos de marzo, podrían haber determinado tasas de secado excesivamente altas y consecuentemente explicar el marcado pico verificado el 4/03/03.

Paralelamente estos procesos abruptos de secado que actúan sobre las estructuras reproductivas de leguminosas forrajeras pueden determinar dehiscencia de vainas, fenómeno que explicaría la importante caída del número de inflorescencias por metro cuadrado verificado en el período posterior al 4/03/03, Cuadro 9, Figura 4.

Formoso, 2001 reportando información referente a la evolución de la floración y semillazón en *Lotus pedunculatus* cv Maku señaló que este tipo de eventos se verifican frecuentemente en el país.

Hill y Loch 1993, mencionan que los rendimientos cercanos al máximo pueden durar un par de días o tal vez 1 o 2 semanas dependiendo de las condiciones climáticas. El problema pasaría por poder reconocer a campo el balance existente entre formación y pérdidas de vainas y/o semillas.

En la Figura 5 se representan las evoluciones de las diferentes estructuras florales evaluadas, visualizándose una gran diferencia entre los números de botones florales e inflorescencias amarillas que se forman posteriormente. Esta diferencia es un indicador de las pérdidas de potencial reproductivo, aborto de yemas, proceso similar al descrito por Formoso,2001 para Lotus cv Maku.

Los 35 días de diferencia existentes entre la máxima aparición de inflorescencias amarillas (28/01/03) y el pico de inflorescencias secas (04/03/03) coinciden con el valor reportado en el estudio previo sobre la duración de las diferentes etapas evolutivas de una inflorescencia.

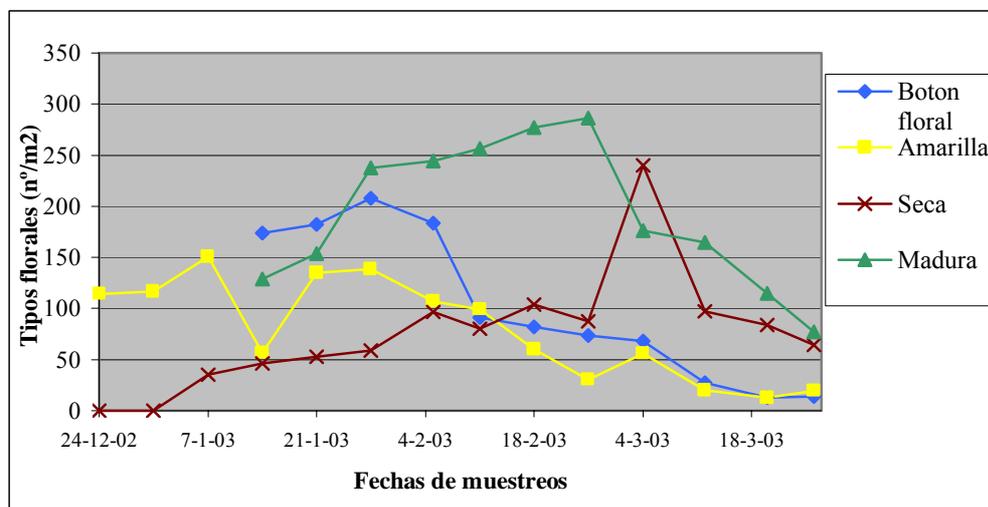


Figura 5. Evolución de los tipos florales según fechas de muestreos.

Por otra parte, la diferencia importante entre la cantidad de inflorescencias maduras con respecto a los diferentes estadios florales, seguramente se deba al mayor período de duración de dicha estructura. Esto provocaría una mayor acumulación de inflorescencias maduras que se originaron en diferentes momentos, por lo que el dato individual de ellas no permitiría obtener un indicador cierto del momento óptimo de cosecha

Hacia el final del período estudiado se evidencia un notorio descenso en la aparición de nuevas estructuras (botones florales, inflorescencias amarillas) y la caída de la cantidad de cabezuelas maduras. Esto sugiere que no existirá un nuevo flujo de aparición de cabezuelas secas porque la especie se encuentra finalizando su ciclo reproductivo anual.

Del trabajo realizado por Altuve et al, 1986, en Corrientes Argentina en un semillero de primer año, se desprende que el pico de inflorescencias secas debería producirse entre 44 y 54 días posteriores al pico de máximo número de botones florales. Esto llevaría a pensar que las cantidades máximas de inflorescencias amarillas se registraron durante el período en estudio y probablemente los mayores valores de botones florales se hubieran verificado durante la primer quincena de enero. Esto último, concordaría también con las tendencias señaladas oportunamente para las inflorescencias amarillas

En cinco fechas predeterminadas, reportadas en el Cuadro 10 se contabilizó el número de óvulos por flor a partir de doce inflorescencias con pétalos amarillos, las que individualmente fueron zonificadas en 3: flores localizadas en el tercio inferior, superior y parte media.

Cuadro 10. Número de óvulos por flor según posición en la inflorescencia y fechas de muestreos.

Fechas de muestreos	Flor del tercio superior	Flor de la zona media	Flor del tercio Inferior	Promedio por flor
14/01/03	20,4 a	21,5 a	20,4 a	20,8 a
28/01/03	20,4 a	20,7 a	21,2 a	20,8 a
11/02/03	21,7 a	20,9 a	21,5 a	21,4 a
25/02/03	20,3 a	21,6 a	20,3 a	20,7 a
13/03/03	20,3 a	20,4 a	22,1 a	20,9 a
Promedio	20,6 a	21,0 a	21,1 a	20,9 a
Desvío estándar ±	0,6	0,5	0,8	0,3

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P > 0,05$).

El número de óvulos por flor fue promedialmente 21, no existiendo diferencias significativas entre fechas de muestreos y posición de la flor en la inflorescencia.

También en diferentes momentos se contabilizó el número de vainas por inflorescencia reportándose los datos obtenidos en el cuadro 11.

Cuadro 11. Número de vainas por inflorescencia en distintas fechas de muestreo.

Fechas de muestreo	Nº vainas por inflorescencia
28/01/03	18,8 a
05/02/03	19,1 a
11/02/03	15,7 bc
18/02/03	13,3 d
25/02/03	13,0 d
04/03/03	16,9 ab
12/03/03	15,0 bcd
20/03/03	15,4 bc
26/03/03	13,8 cd
Promedio	15,7
Desvío estándar	±2.2

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P>0,05$).

Promedialmente las inflorescencias presentaron 15,7 vainas por inflorescencia. Estos resultados concuerdan con Bryan, 1961, quien reporta que las flores se desarrollan en cabezuelas agrupándose en cantidades de 8 a 23 flores amarillas. Si bien no se conoce la cantidad real de flores amarillas por inflorescencia, el promedio de vainas secas obtenido permite suponer que habían al menos 16 flores / inflorescencia.

En leguminosas forrajeras con períodos muy amplios de floración la cuantificación de la dehiscencia de semillas y/o vainas constituye una característica de importancia. En este sentido la bibliografía reporta diferencias de apreciaciones entre investigadores con relación a la dehiscencia de *L. bainesii*.

Para *L. bainesii*, Altuve et al, 1991, sostienen que presenta dehiscencia tardía. Sin embargo, Loch, D. S. (datos no publicados), asegura que altos rendimientos de semilla son posibles de obtener por períodos cortos debido a la rápida dehiscencia de las vainas. Sobre el tema, White et al, citado por Bryan 1961, indican que las dificultades de cosecha en *L. bainesii* están dadas principalmente por una dehiscencia temprana de semilla más que por las dificultades físicas inherentes a este tipo de semilla.

En dos situaciones contrastantes de suelos con diferente capacidad de almacenaje de agua se marcaron en cada uno 75 y 50 inflorescencias secas para los sitios experimentales 1 y 3 respectivamente. En estas posteriormente se evaluó la dehiscencia

medida como el porcentaje de vainas secas abiertas en relación a la población total de vainas secas.

La información recabada muestra que *L. bainesii* presenta problemas de dehiscencia de semilla importantes, una vez que las cabezuelas alcanzan el estado de inflorescencia seca apta para cosechar.

Cuadro 12. Evolución en el tiempo de la dehiscencia expresada en porcentaje de vainas secas abiertas en dos situaciones.

Días (*)	Vainas secas abiertas			
	Sitio experimental 1		Sitio experimental 3	
	Porcentaje	Desvío estándar ±	Porcentaje	Desvío estándar ±
0-4	25	0	5	0
5-9	34	19	30	23
10-14	60	32	39	23
15-20	68	33	90	12
21-25	69	18		
25-30	100	0		

(*) Número de días a partir del cual la inflorescencia fue tipificada como seca.

En la Figura 6 se grafican los resultados obtenidos en las dos situaciones estudiadas.

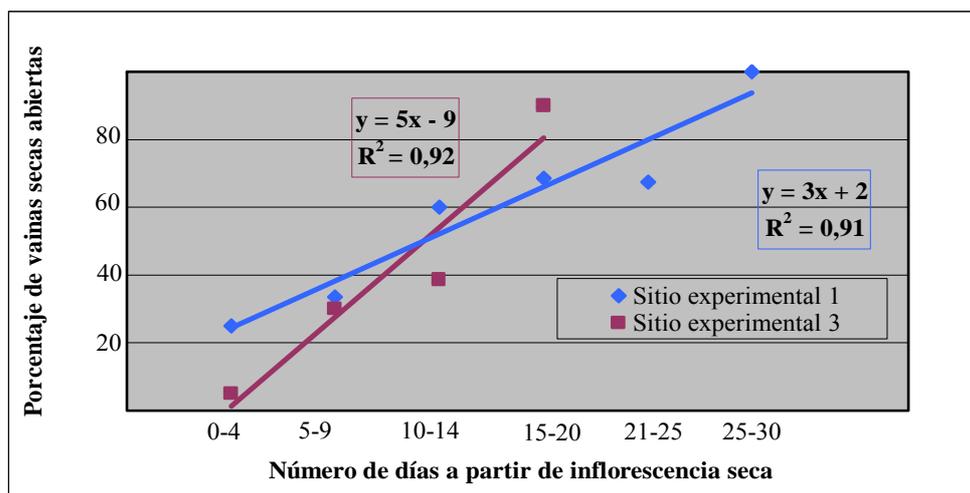


Figura 6. Evolución en el tiempo de la dehiscencia expresada en porcentaje de vainas secas abiertas en dos situaciones.

La figura muestra un comportamiento lineal de la dehiscencia en las dos situaciones estudiadas, en ambas se obtuvieron correlaciones altas. Las tasas de dehiscencia constantes podrían indicar que la dehiscencia depende más de características propias de la especie y no tanto de las condiciones ambientales, tal como se reporta para otras especies como *Lotus corniculatus*, Anderson, 1955.

Una mayor incidencia ambiental sobre la dehiscencia en *L. bainesii* determinaría un comportamiento evolutivo más errático de la dehiscencia.

La información muestra claramente que para llegar al 100 % de dehiscencia, deberían transcurrir al menos 20 días, resaltando la gravedad del problema en esta especie. Los datos permiten sugerir que el muestreo semanal es muy importante, ya que una semana de atraso en la cosecha implica al menos una pérdida del 30% de rendimiento formado en esa semana.

4.2.2 Evolución de la semillazón.

Los rendimientos de semilla obtenidos se reportan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Evolución de los rendimientos semanales de semilla limpia.

Fechas de muestreos	Rendimientos semanales de semilla limpia Kg/Ha
24-12-02	4.38 e
31-12-02	1.85 e
07-01-03	3.37 e
21-01-03	1.53 e
28-01-03	32.79 bcde
05-02-03	49.15 bcd
11-02-03	55.06 bc
18-02-03	59.14 bc
25-02-03	67.33 bc
04-03-03	267.40 a
12-03-03	72.06 b
20-03-03	30.45 cde
26-03-03	11.90 de

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P>0,05$).

Estos fueron definidos como semanales ya que los mismos resultan de la cosecha manual de las cabezuelas secas que eran cortadas siempre dentro de la misma parcela de

0,5m x 0,5m cada vez que se realizaba el muestreo para contar el número de cabezuelas secas, información ya reportada en el Cuadro 9.

El rendimiento de semillas semanal (formado semanalmente), fue significativamente superior ($p < 0,05$) el 4 de marzo, donde se obtuvo un aporte productivo que por lo menos triplicó al de las restantes semanas, Cuadro 13, Figura 7. Se observó que las semanas previas al pico de máxima producción se venían registrando rendimientos cada vez mayores, aunque no se verificaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ellos.

Hill y Loch 1993, definen al rendimiento potencial como el peso total de semilla por unidad de área, incluyendo el total de semilla producido por el cultivo en un período de varias semanas. Además, mencionan que el rendimiento potencial de *L. bainesii bainesii* es de 310 kg/Ha con un rango que varía entre 15 y 400 kg/Ha. Los mismos autores, definen al rendimiento real, como el rendimiento potencial menos las continuas pérdidas que ocurren en el cultivo (dehiscencia, etc), reportando para el mismo 250 kg/Ha.

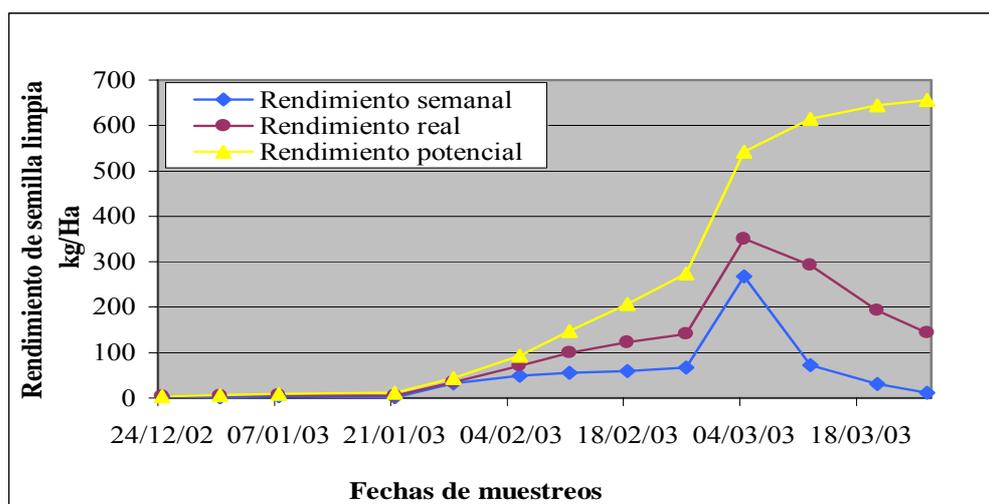


Figura 7. Rendimiento de semilla semanal, real y potencial por hectárea según fechas de muestreos.

Las mediciones realizadas, llevan a obtener el rendimiento semanal, es decir la cantidad de semilla en kg/Ha que se forma semanalmente, ya que el formado en la semana inmediatamente anterior a la de cada muestreo, era cosechado.

Si bien es importante considerar el rendimiento cuantificado de esta manera para determinar el mejor momento de cosecha, los rendimientos acumulados de semilla reflejan en forma más realista lo que ocurre naturalmente en los cultivo, donde se acumulan simultáneamente varias edades de cabezuelas secas.

El rendimiento real (rendimiento acumulado corregido) se define como el que se obtiene si se cosechara el cultivo en determinado momento y toma en cuenta de acuerdo a lo sugerido por Hill y Loch 1993 la acumulación de inflorescencias secas aptas para trillar provenientes de distintas semanas de floración precedentes al momento elegido. Estos rendimientos, son corregidos por una tasa de dehiscencia de semilla (Cuadro 12) distinta según el tiempo transcurrido de cada una con respecto al momento en que se quiera calcular este rendimiento.

En este caso, para el cálculo del mismo se tomó en cuenta la dehiscencia de semilla pero no de vainas ya que no se cuenta con este dato. Por lo cual la tasa de desgrane que se utilizó probablemente subestime las pérdidas que por esta se ocasionan.

El rendimiento real o acumulado corregido estimado de esta forma permite concluir que existe un comportamiento muy similar entre éste y el rendimiento formado semanalmente. Ambos coinciden en el momento de mayor cantidad de semilla y la gran diferencia de esta con respecto a la semana anterior y posterior a este momento.

García-Díaz y Steiner 2000, manifiestan una situación similar para *Lotus corniculatus*, señalando que el rendimiento acumulado aumenta o disminuye conforme varían la tasa de maduración y la tasa de dehiscencia de vainas y semillas.

Berruti y Grauert 1994, sostienen que la pérdida de semilla por desgrane no puede ser reducida por una cosecha más temprana porque el número de vainas cosechables con semilla madura será menor.

Dada la evolución del rendimiento real, en caso de existir la duda de encontrarse en el pico de producción de semilla sería preferible cosechar una semana posterior a dicho momento que una semana anterior. En este caso la diferencia de rendimiento entre ambos momentos fue 150 kg/Ha aproximadamente (25/2/03 versus 12/03/03). Esto se visualiza claramente si se observa que la velocidad (pendiente) de la tasa de maduración entre el 25/02/03 y el 4/03/03 que justifica el alto rendimiento de este momento es mucho mayor a la tasa de desgrane posterior a esta fecha, Figura 7.

A partir de la información representada en la Figura 7 se verifica que los rendimientos potencial y real ascendieron a 656 y 350 kg/Ha, respectivamente. Para la situación estudiada, se registraron las pérdidas de semilla (dehiscencia de semillas), pero

no de vainas, por lo que es probable que el rendimiento real presentado esté sobrestimado.

Hill y Loch 1993 reportan también que los rendimientos comerciales de los mejores productores de Australia son de 100 kg/ha y de los productores promedio es de 20 kg/ha. Altuve et al 1991, reporta rendimientos experimentales de 48 y 262 Kg/ha, en Corrientes, Argentina.

En la Figura 8, se graficaron los números de inflorescencias secas/m² y los rendimientos de semilla/ha resultando tener una alta correlación con el rendimiento y por tanto ser un buen indicador del rendimiento presente en la chacra. Esto concordaría con Altuve 1986, quien reporta para dos años de evaluación que la cantidad de inflorescencias producidas está relacionada con el rendimiento.

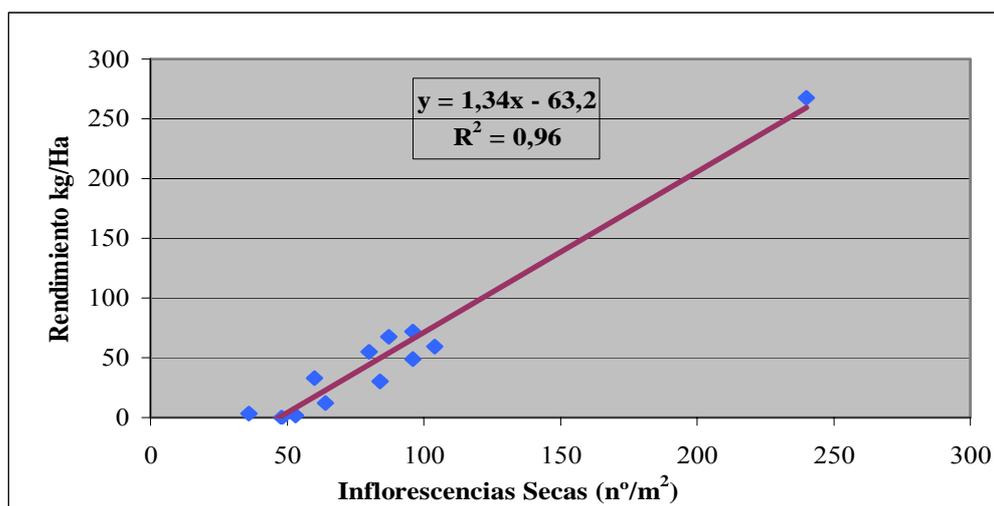


Figura 8. Correlación entre número de inflorescencias secas y rendimiento.

Conociendo el número de inflorescencias amarillas/m², las vainas por cabezuela y el peso total de semilla de las cabezuelas, se puede calcular el número de semillas por vaina. Esto unido al número de óvulos por flor permite calcular la tasa de cuajado que ocurrió a lo largo de la curva de semillazón.

Por tasa de cuajado se entiende: el número de óvulos que terminan en semilla, tomando en cuenta las flores de inflorescencias amarillas que se concretan en inflorescencias secas con vainas cosechables sin considerar la abscisión de flores e inflorescencias.

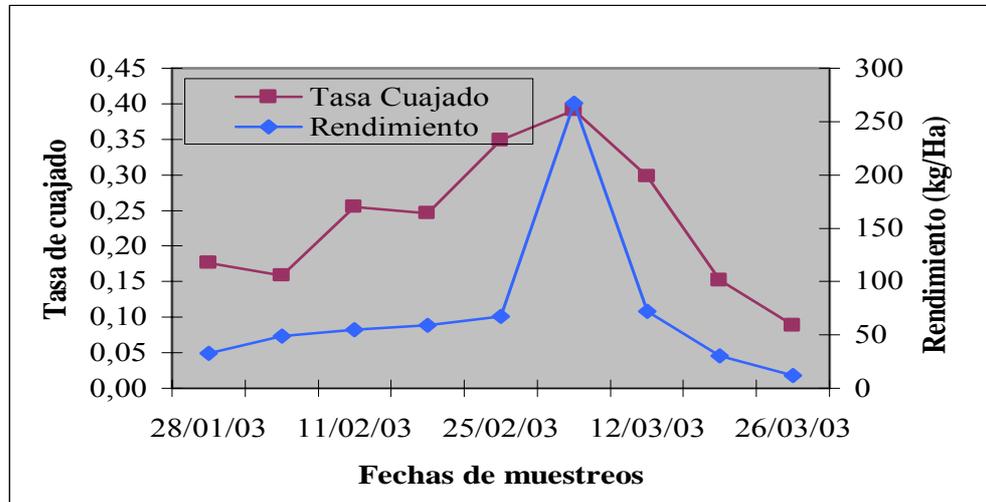


Figura 9. Tasa de cuajado y rendimiento semanal según fechas de muestreos.

Existe una tendencia a que el máximo rendimiento, coincida con el máximo número de inflorescencias secas/m² (Figura 8) y el máximo cuajado de óvulos que se concretan en semillas por vaina simultáneamente, como se observa en la (Figura 9).

4.2.3. Calidad de la Semilla.

La calidad de la semilla representada por medio del porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas se reporta en el cuadro 14, figura 10.

Cuadro 14. Evolución de los porcentajes de germinación, de semillas duras y peso de 1000 semillas.

Fechas de muestreos	Peso 1000 semillas (g)	Semillas Duras (%)	Germinación (%)
24-dic	0,220 e	14 cde	38 d
31-dic	0,181 e	17 cde	66 bc
07-ene	0,229 d	11 cde	60 c
21-ene	0,322 abc	16 cde	91 a
28-ene	0,317 abc	37 ab	90 a
05-feb	0,323 abc	47 a	87 a
11-feb	0,330 ab	21 cd	89 a
18-feb	0,339 a	25 bc	90 a
25-feb	0,327 ab	5 e	89 a
04-mar	0,325 abc	6 e	89 a
12-mar	0,314 abc	4 e	89 a
20-mar	0,294 bc	4 e	81 ab
26-mar	0,285 c	5 e	75 abc

* Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre medias ($P>0,05$).

Tendencialmente las evoluciones del porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas presentaron un primer período desde el inicio de las evaluaciones (24/12/02) hasta mediados de enero (21/1/03) donde se producen aumentos significativos ($p< 0,05$) en los valores absolutos para ambas variables (Cuadro 14, Figura 10)

Posteriormente los porcentajes de germinación se mantienen prácticamente constantes hasta el 20/03/03 para posteriormente bajar lentamente, en tanto los pesos de 1000 semillas mostraron una segunda etapa en que los mismos aumentaron leve pero sostenidamente hasta un valor máximo (0,339 g) verificado el 18/2/03. A partir de este, los pesos de 1000 semillas comienzan a disminuir progresivamente hasta el final del período de evaluación, el 26/03/03 en que registraron un valor de 0.285g, Cuadro 14, Figura 10.

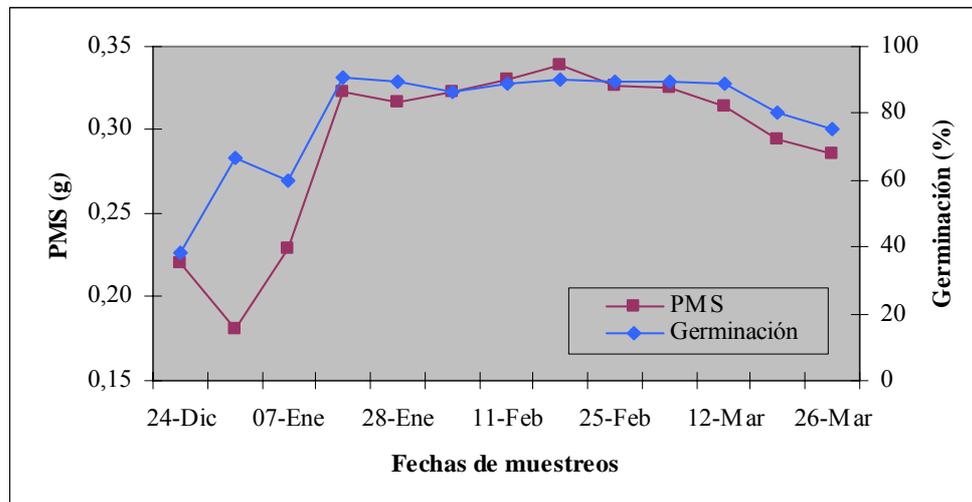


Figura 10. Evolución semanal del porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas.

Es importante remarcar, que el 30/01/03, 06/02/03, 21/02/03 y el 27/02/03 se hicieron aplicaciones contra chinches, ya que los niveles determinados inicialmente (Cuadro 2) fueron muy elevados. Probablemente los incrementos muy importantes registrados en las etapas iniciales (24/12/02 al 28/01/03) se expliquen principalmente por dos factores.

El primero consiste en los aumentos naturales que se verifican al comienzo de las curvas de semillazón de especies indeterminadas tal como lo reportan para *Lotus* cv Grasslands Maku, Hare y Lucas 1984 y Formoso, 2001.

En segundo término probablemente el control con endosulfán (Anexo 3) de una población muy alta de chinches existente al comienzo de la evaluación (Cuadro 2) determinaron depresiones en los porcentajes de germinación, pesos de 1000 semillas y seguramente en los rendimientos iniciales de semillas.

Estos daños de acuerdo con Alzugaray. R, 1996, son típicos cuando la población de chinches alcanza niveles de daño económico tal como se verificó en las fases iniciales de semillazón de este experimento.

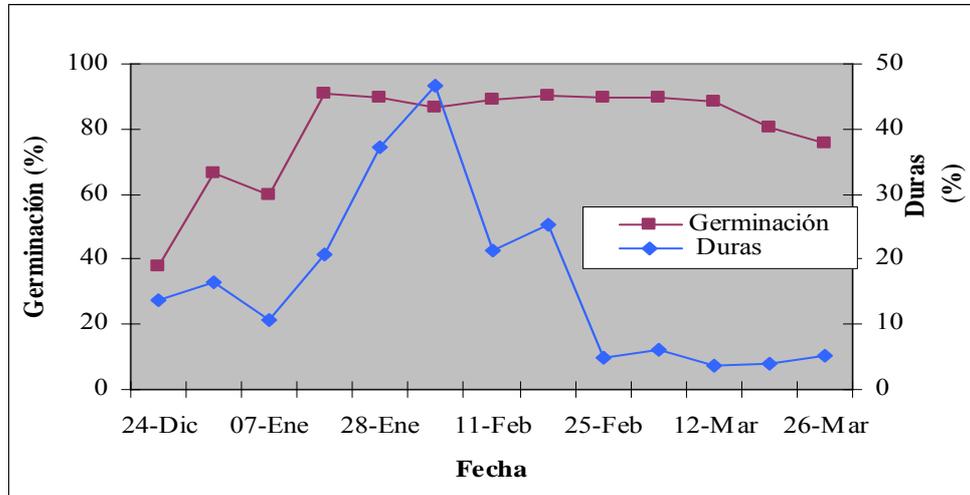


Figura 11. Evolución semanal del porcentaje de germinación y de semillas duras.

Los valores de pesos de mil semillas determinados a partir del 21/01/03 son similares a los reportados por diversos autores Bryan 1961, Skerman et al. 1991, Mannetje y Jones 1992, quienes mencionan pesos de 0,29, 0,30 y 0,25-0,33 g las mil semillas respectivamente.

Los porcentajes de semillas duras presentaron variaciones sustanciales. Hasta el 5 de febrero aumentaron en forma importante hasta un 45 %, para luego descender en forma abrupta a niveles del 5 % a partir del 25 de febrero. Este porcentaje de semillas duras se mantiene hasta el final de la curva de semillazón (Cuadro 14 y Figura 11)

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron inferiores a los obtenidos por Altuve, 1991 quien reporta porcentajes de semilla dura entre 51 y 62 %. Las diferencias en el contenido de semillas duras probablemente se expliquen razones climáticas o genéticas.

4.3. EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE COSECHA.

La escasa información bibliográfica sobre el tema, llevo a la realización de este trabajo de manera de comparar la performance de los dos métodos de cosecha más comunes aplicados en forrajeras.

Estos fueron; la cosecha directa, consistente en el corte y trilla simultánea del cultivo verde y con gran acumulación de forraje y la cosecha indirecta sobre cultivo cortado y engavillado con pastera de dos tambores PZ de un ancho operativo de 2,20 m con el objetivo de desecar naturalmente el forraje para su posterior recolección y trilla.

Para la cosecha, se usó una cosechadora experimental Wintersteiger autopropulsada, de 1,1 m de ancho operativo. Para la cosecha indirecta se utilizó el molinete de la cosechadora como recolector de las gavillas.

Se evaluó el efecto de dos tratamientos (métodos de cosecha) sobre el rendimiento en semilla dispuestos sobre un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas medían 25 m de largo y 1,1 m de ancho. También, se determinó el peso de 1000 semillas y porcentaje de germinación.

Sobre el tema Skerman 1991, reporta que la savia de *L. bainesii* es muy viscosa y dificulta la cosecha directa.

En la cosecha indirecta se realizó el corte-hilerado en las últimas horas de la tarde dejándose secar las gavillas 4 días. Las pérdidas de agua y consecuentemente de volumen favorecieron una mejor trilla del material por parte del cilindro y cóncavo, permitiendo además un mejor trabajo de las zarandas.

La evolución de las concentraciones de materia seca en el forraje se reportan en la Figura 12.

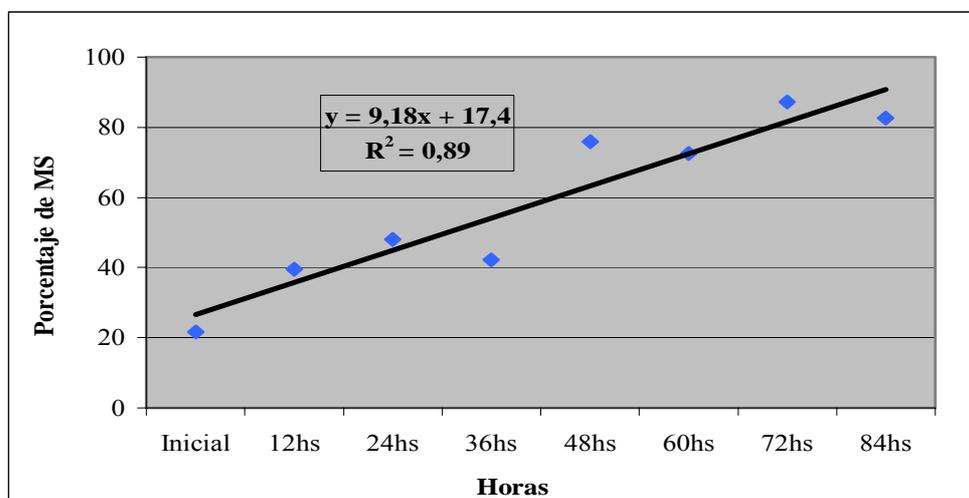


Figura 12. Evolución de la materia seca con corte- hilerado previo a la cosecha.

La cosecha debe iniciarse cuando la masa foliar esté con un porcentaje de humedad de 20 a 50 % lo que facilita la cosecha (Stanley, 1956). Tomando en cuenta esto, la cosecha podría haberse realizado a los dos o tres días de cortado.

Formoso 2001, sugiere para Lotus Maku, la cosecha indirecta por los problemas que este presentaría de pérdida de semilla adherida al forraje por la parte posterior de la cosechadora en una cosecha directa. Dicho autor sugiere también que si bien la eficiencia de la trilla aumenta con la disminución del tenor de humedad del material a trillar, un exceso de desecación puede determinar altos riesgos de desgrane de las vainas maduras.

Hill y Loch 1993, manifiestan que para la cosecha de cultivos de *L. bainesii* con altas acumulaciones de forraje es aconsejable realizar un corte-hilerado previo a la cosecha.

El corte hilerado es la opción que origina la mayor velocidad de secado y los más altos valores de materia seca en *Lotus corniculatus*, lo cual resulta muy importante a la hora de querer minimizar los riesgos de pérdidas de semilla por factores meteorológicos. (Berruti y Grauert 1994).

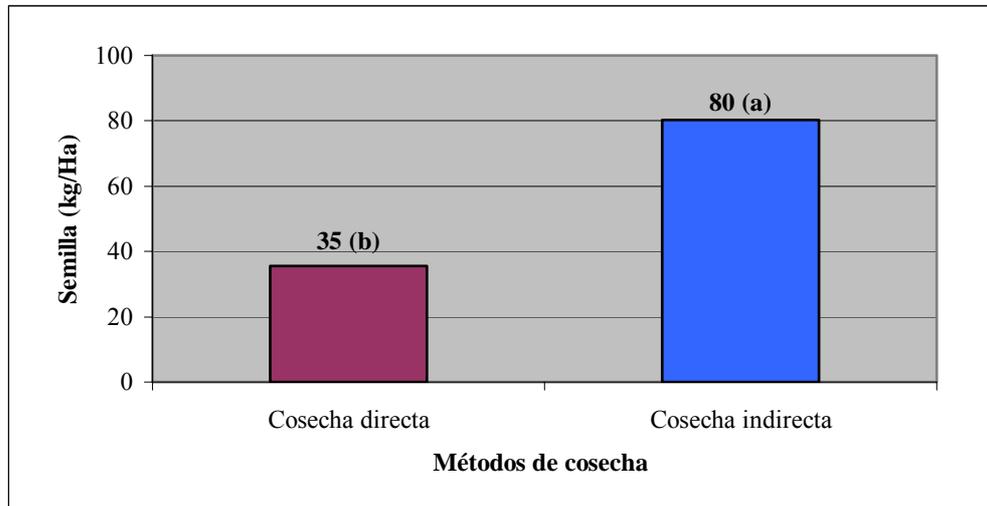
Skerman 1991, sugiere por su parte que el material debe permanecer hilerado por tres o cuatro días de manera de secarse lo suficiente para ser cosechado.

Formoso 2001, menciona que el estado del cultivo, la cosechadora, la habilidad del operador para regularla y manejarla son factores determinantes del rendimiento.

4.3.1 Rendimiento de semilla.

Hill y Loch 1993, para *L. bainesii* manifiestan que el factor principal que causa bajos rendimientos, es la gran pérdida de semilla que ocurre al momento de la cosecha que comprende entre el 50 a 60% de las pérdidas totales. Por lo cual su estudio resulta de importancia.

El análisis estadístico de los rendimientos de semilla, mostró un efecto significativo ($P < 0,05$) a favor del corte-hilerado previo a la cosecha frente a la cosecha directa. En la Figura 13 se observa claramente el mayor rendimiento del método de corte-hilerado con una producción de 80 kg/Ha de semilla frente a los 35 kg/Ha de la cosecha directa.



* Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0,05$)

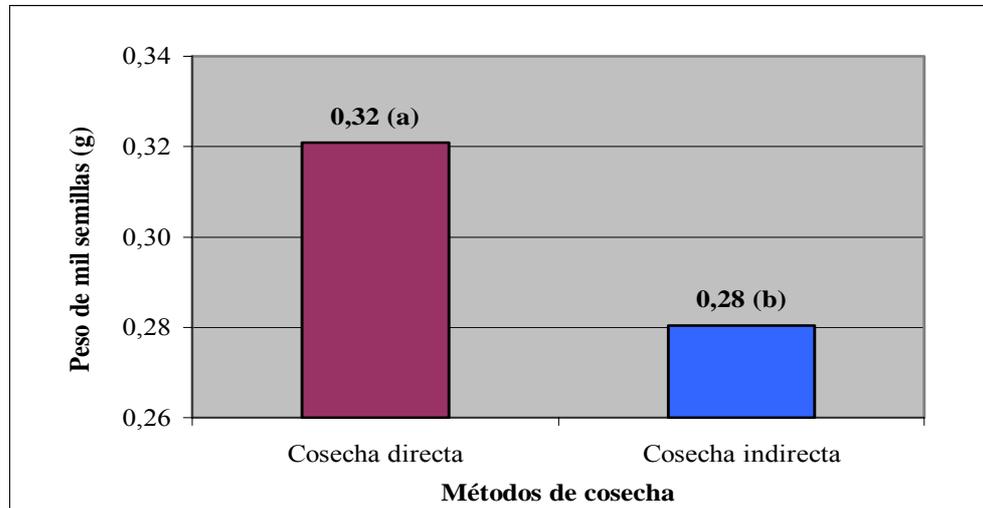
Figura 13. Rendimientos de semilla según método de cosecha.

El mayor rendimiento obtenido por el método de corte-hilerado posiblemente esté dado por la alta acumulación de forraje del cultivo al momento de la cosecha. Este se mantuvo indisturbado desde el momento de la siembra hasta la cosecha habiendo acumulado en dicho período 4700 kg MS/Ha.

Al momento de la cosecha directa, la cantidad de forraje y el tenor de humedad del mismo, 21,7% (Figura 12) impedía que ingresara a la cosechadora y que cilindro y zarandas trabajen con eficiencia razón por la cual se verificaron pérdidas de cabezuelas sin trillar y de semillas adheridas al forraje verde.

4.3.2. Calidad de semilla

La calidad de semilla cosechada es cuantificada a partir del peso de 1000 semillas y del porcentaje de germinación. Los resultados obtenidos se reportan en la Figura 14 y 15.

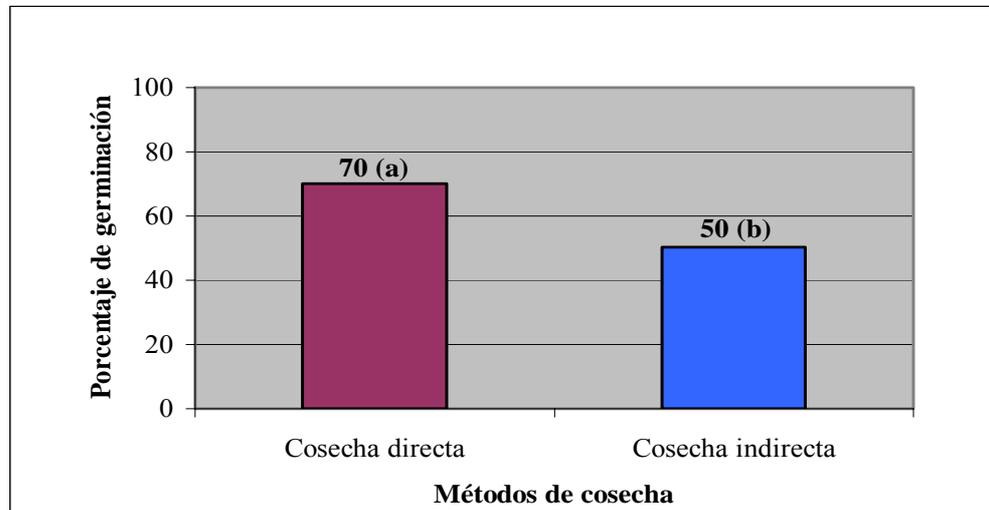


* Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0,05$)

Figura 14. Pesos de mil semillas según métodos de cosecha.

Tanto los porcentajes de germinación como los pesos de 1000 semillas fueron significativamente superiores ($p < 0,05$) cuando el cultivo fue cosechado en forma directa en relación a la cosecha indirecta.

Probablemente en la cosecha directa las semillas más pequeñas (de menor peso de 1000 semillas) que además presentan menores porcentajes de germinación (Rostan C. comunicación personal.) mostraron mayor adherencia al forraje verde eliminado por los sacapajas y de esta forma las semillas remanentes que se cosechan se enriquecen con las de mayor peso y germinación.



* Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0,05$)

Figura 15. Porcentaje de germinación según métodos de cosecha.

Es importante remarcar en relación a los porcentajes de semillas duras que no existieron grandes diferencias en cuanto a contenido de las mismas, que presentaron valores de 10% y 7% para la cosecha directa e indirecta respectivamente. Estos valores si bien son bajos en relación con los reportados por Altuve 1991, concuerdan con los resultados reportados en el estudio de la curva de semillazón.

Indudablemente en la medida que se adicione más información futura sobre el tema, se podrán esclarecer con mayor seguridad estos aspectos.

5. CONCLUSIONES

La duración de las etapas botón floral a inflorescencia amarilla, inflorescencia amarilla a madura y de esta a seca insumieron promedialmente 6, 6 y 26 respectivamente.

Para los diferentes sitios estudiados el desarrollo de inflorescencia amarilla a seca apta para cosecha insumió promedialmente 33 días.

El número promedio de vainas por inflorescencias fue 16, con un rango de 13 a 19 vainas por inflorescencia. El número de óvulos por flor fue consistentemente 21, no existiendo diferencias significativas entre fechas de muestreos, posiciones de la flor en la inflorescencia.

La dehiscencia de semillas a partir de la apertura de las vainas secas constituyó un factor importante, alcanzando valores de 20 a 30 días para registrarse el 100% de las vainas secas abiertas.

El número de inflorescencias secas por metro cuadrado constituyó un buen estimador del rendimiento de semilla. La especie presentó una capacidad de acumular 270 kg/Ha de semilla en una semana, indicando un potencial de rendimiento muy promisorio para la especie.

En los momentos de mayores rendimientos de semillas acumulados la especie registró germinaciones y pesos de 1000 semillas superiores a 85% y 0,3 gramos respectivamente.

La cosecha indirecta superó ampliamente a la directa en rendimiento de semilla, obteniéndose en cada caso 80 y 35 kg/Ha de semilla limpia.

6. RESUMEN

Durante el período comprendido entre el 24 de diciembre de 2002 y el 26 de marzo de 2003 se evaluó la evolución de la floración, semillazón y diferentes métodos de cosecha.

Las inflorescencias amarillas fueron un buen estimador del momento óptimo de cosecha, verificado 35 días después del pico máximo de inflorescencias amarillas.

Para el período estudiado el máximo número de inflorescencias amarillas registrado fue de 150 por metro cuadrado y el de inflorescencias secas aptas para ser cosechadas de 240 por metro cuadrado. El cultivo de *Lotononis bainesii* fue capaz de acumular 270 kg/ha de semilla en una semana. En tanto, la dehiscencia de la semilla fue un proceso importante limitando los atrasos en el momento óptimo de cosecha.

La cosecha con corte-hilerado previo superó ampliamente en rendimiento de semilla a la directa.

7. SUMMARY

Flowering and seeding evolution and two harvest methods were studied during the period between December 24th 2002 and March 27th 2003.

Yellow inflorescences resulted a good estimator of the optimum harvest moment, verified 35 days after the maximum flowering peak.

For the studied period the maximum number of yellow inflorescences registered was 150 per square meter while the one of dry inflorescences adequate to be harvested was 240 per square meter. The *Lotononis bainesii* crop was able to accumulate 270 kg/Ha of seed in a week. Meanwhile seed dehiscence was an important factor limiting delays in optimum harvest moment.

8. ANEXO

Registros pluviométricos diarios

27-9-2002	5,00		01/01/2003	29,20
30-9-2002	38,60		06/01/2003	20,80
3-10-2002	9,80		07/01/2003	9,80
7-10-2002	38,60		15/01/2003	21,40
8-10-2002	34,20		25/01/2003	29,40
10-10-2002	30,60		01/02/2003	86,00
17-10-2002	34,40		09/02/2003	9,00
20-10-2002	48,40		10/02/2003	15,20
21-10-2002	30,60		13/02/2003	1,60
28-10-2002	11,40		23/02/2003	6,40
29-10-2002	25,60		27/02/2003	9,40
4-11-2002	34,80		28/02/2003	7,00
08/11/2002	1,20		09/03/2003	25,00
09/11/2002	41,40		10/03/2003	7,00
15/11/2002	38,40		11/03/2003	33,50
19/11/2002	11,80		15/03/2003	9,00
20/11/2002	61,60		16/03/2003	7,00
25/11/2002	79,00		20/03/2003	45,00
30/11/2002	49,40		30/03/2003	15,00
01/12/2002	20,00			
04/12/2002	46,00			
05/12/2002	50,00			
19/12/2002	32,40			
22/12/2002	39,20			
23/12/2002	1,80			
28/12/2002	18,20			
29/12/2002	18,40			
31/12/2002	2,60			

9. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, S. R; 1995. Developments of pods and seed of Birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. as related to maturity and to seed yield. *Agronomy Journal* 47 (10):483-487.
- ANDREW, C. S.; ROBINS, M. F. 1969. The effect of nitrogen stress during flowering on seed production in *Medicago laciniata*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. Volume IV. p: 675-685.
- ALTUVE, S. M.; RAMÍREZ, M. A.; PEREZ, D.; ROYO PALLARÉS, O. 1991. *Lotononis bainesii*, una leguminosa para el subtropico húmedo Argentino.2. Producción de semillas. In XII reunião do grupo técnico regional do cone sul (zona campos), en melhoramiento e utilização de recursos forrageiros das áreas tropical e subtropical. p: 91-94.
- ALTUVE, S. M; PEREZ, D.; ROYO PALLARÉS, O. 1986. "Germinación, Fenología y Producción de semillas de *Lotononis bainesii* en el Centro de la Provincia de Corrientes". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 6 n° 7-8.
- ALZUGARAY, R. 1996. Producción y manejo de pasturas. In: Seguidientos de poblaciones de insectos en semilleros de leguminosas forrajeras. (Diciembre 1996 Tacuarembó, Uruguay). Ed. D.F. Risso, E.J. Berretta, A. Morón. Montevideo, INIA. Serie Técnica n° 80. p. 57-76.
- BASCOU, G.; COSTA, R. 1995. Evolución de la semillazón y características asociadas en Lotus Maku (*Lotus pedunculatus* AUCTION. NON. CAV). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 76 pp.
- BERRUTI, A L.; GRAUERT, C. F. 1994. Efectos de diferentes métodos de desecación sobre la producción de semillas de *Lotus corniculatus* L. cv Estanzuela Ganador y *Medicago sativa* L. cv Crioula. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 140 pp.
- BEUSELINK, P. R.; MCGRAW, R. L. 1983. Seedling vigour of three lotus species. *Crop Science* 23: 390-391
- BLUMENTHAL, M.J.; HILDER, T. B. 1989. Emergence and early growth of *Lotononis bainesii* cv, Miles on a cracking clay soil compared with four other tropical legumes. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 29. Pp: 193-199.

BRYAN, W. W. 1961. *Lotononis bainesii* baker, a legume for subtropical pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Volume I. p: 4-10.

BYTH, D.E. 1964. Breeding system and chromosome number in *Lotononis bainesii* Baker. Nature 208:830.

COSTA, C. E.; PANIZZA, A. 1997. Incidencia de los tratamientos precosecha en los rendimientos de semilla de *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 40 pp.

CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur. 518p.

CHARLTON. J. F. L. 1989. Temperature effects on germination of Grassland Maku Lotus and other experimental Lotus selections. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 50:197-201

CLIFFORD, P. T. P.; McCARTIN S. J. M. 1985. Effects of pre-harvest treatment and mower and header types on seed loss and hard seed content at mowing, recovery, and separation when harvesting a white clover seed crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 13: 307-316.

DONALD, C. M. 1954. Competition among pasture plants II. The influence of density on flowering and seed production in annual pasture plant. Australian Journal of Experimental Agriculture. Res. 5: 587-97.

FORMOSO, F. A. 2001. Producción de semillas de Lotus Maku. In: Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. (Enero 2001 La Estanzuela-Treinta y tres, Uruguay). Ed. D.F. Risso, M.M. Albicette. Montevideo, INIA. Serie Técnica n° 119. p. 39-67.

GARCÍA-DIAZ, C. A.; STEINER J. J. 2000. Birdsfoot Trefoil Seed Production : III. Seed Shatter and Optimal Harvest Time. Crop Science 40: 457-462.

GARCÍA, M.; NOGUERA, E. 1981. Evaluación de diferentes métodos de cosecha de semilla de *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 89 p.

GIBSON, T. A.; HUMPHREYS, L.R. 1973. The influence of nitrogen nutrition of *Desmodium uncinatum* on seed production. Australian Journal of Experimental Agriculture. Res. 24: 667-76.

- HARE, M. D.; LUCAS, R. J. 1984. "Grassland Maku" Lotus (*Lotus pedunculatus* CAV). Seed production. 1. Development of Maku Lotus seed and the determination of time of harvest for maximum seed yields. Journal of Applied Seed Production 2: p: 58-64
- HILL, M. J.; LOCH, D. S. 1993. Achieving potencial herbage seed yields in tropical regions. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. Pp: 1629-1636.
- HOPKINSON, J. M. 1977. Formative factors- Tropical pasture legume seed crops. Australian seeds research conference, working papers. Pp: 1-23.
- HOPKINSON, J. M. 1983. Controle do desenvolvimento de cultura e leguminosas para semente. Producao e Tecnologia de sementes de forrageiras tropicais e subtropicais. COTRIJUI-Ijuí, RS Brasil.
- HOPKINSON, J.; REID, R. 1979. La importancia del clima en la producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. Producción de pastos en suelos Ácidos de los trópicos, CIAT – Cali Colombia. Pp: 365-383.
- HUTTON, E. M. 1960. Flowering and Pollination in *Indigofera spicata*, *Phaseolus layhyroides*, *Desmodium uncinatum*, and some other tropical pasture legumes. Empire Journal of Experimental Agriculture 28(111) : 235-243.
- INTA, Noticias y Comentarios, 1981. "Lotononis". E.E.A Mercedes (Ctes) Nº 162
- LI, Q.; HILL. 1989a. A study on post peak flowering shoot manipulation for seed production of *Lotus corniculatus*. Journal of applied seed production 7: 71-75
- LI, Q.; HILL. 1989b. A study of flower development and seed yield components in birdsfoot trefoil. Journal of applied seed production 7: 65-70
- MARSHALL, A. H.; STEINER J.J.; NIEMELÄINEN, O.; HACQUET, J. 1997. Legume Seed Crop Management. In : Forage seed production. (Ed by Fairey, D.T & Hampton, J.G.) Chapter 6.
- McGRAW, R. L.; RUSSELLE, M. P.; GRAVA. J. 1986. Accumulation and distribution of dry mass and nutrients in Birdsfoot Trefoil. Agron. J. 78: p: 124-131.
- METCALFE, D. S.; JOHNSON, I. J. And SHAW, R. H. 1957. The relation between pod dehiscense, relative humidity and moisture equilibrium in Birdsfoot Trefoil, *Lotus corniculatus*. Agronomy Journal 49 (3): 130-134.

MOORE, K.; BETTS, J.; BOURKE, C. 2002. *Lotononis bainesii*, Agnote DPI-304, second edition. NSW Agriculture.

ORAM, R. N. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars. Third edition. CSIRO Australia p. 186-187.

PANKIW, P. Et al. 1977. Effects of row spacing and seedling rates on seed yield in Red clover, Alsike clover and Birdsfoot trefoil. Canadian Journal of Plant Science 57. p: 413-418

PIERONI, S. 1992. Factors affecting seed yield and quality in temperate forage legumes. Dissertation submitted in part of fulfillment for the degree of M.Sc. in seed technology. The University of Edinburgh, Scotland.

PRITSCH, O. 1976. Polinización de leguminosas forrajeras. Rev. Plan Agropecuario. Año IV. N° 10. Pp:10-15. Diciembre 1976. Montevideo.

REAL, D.; DALLA RIZZA, M.; QUESENBERRY, K.H.; ECHENIQUE, M. 2004. Reproductive and molecular evidence for allogamy in *Lotononis bainesii* Baker. Crop Science 44: 394-401.

REBOLLO, J. P.; DUHALDE, L. E. 1987. Evolución de la semillazón y características asociadas en *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.

ROBINSON, P. J.; JONES, R. K. 1972. The effect of phosphorus and sulphur fertilization on the growth and distribution of dry matter, nitrogen, phosphorus and sulphur in Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*). Aust. J. Agric. Res. 23. Pp: 633-640.

ROSTÁN, C. 2002. Primeras observaciones sobre procesamiento y calidad de semillas en *Lotononis bainesii* baker. Informe interno INIA La Estanzuela, Uruguay. Pp: 1-17.

SEANEY, R. R.; HENSON, P. R. 1970. Birdsfoot trefoil. Advances in Agronomy 22. pp 119-157.

SCHULKE, B. 2000. *Lotononis bainesii* Cultivar: Miles. In: Pasture Legumes for the coastal Burnett. <http://www.dpi.qld.gov.au/beef/3308.html>. Consultado: 17/12/03.

SHELTON, M. M.; HUMPHREYS, L. R. 1971. Effect of variation in density and phosphate supply on seed production of *Stylosanthes humilis*. J. Agric. Sci. 76. Pp: 325-328.

SKERMAN, P. J.; CAMERON, D. G.; RIVEROS, F. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO 1991: p. 348-354.

STANLEY, A. E. 1956. Chemical desiccation of Red clover for seed. Agriculture 63. p. 220-222. (Original no consultado; citado por Carámbula, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. P. 303)

SY, A.; GIRAUD, E.; JOURNAD, P.; GARCIA, N.; WILLEMS, A.; DE LAJUDIE, P.; PRIN, Y.; NEYRA, M.; GILLIS, M.; BOIVIN-MASSON, C.; DREYFUS, D. 2000. Methylophilic Methylobacterium bacteria nodulate and fix nitrogen in symbiosis with legumes. Journal of bacteriology. Vol.183, N°1. p. 214-220.

THOMAS, R.G. 1981. The influence of environment on seed production capacity in white clover (*Trifolium repens L.*). New Zealand of Agricultural Research 24: 359-364.

THOMAS, R.G. and FORDE, B. J. 1967. Flowering in *Lotus pedunculatus* Cav. 2. Minimal photoperiodic requirement for inflorescence initiation and development. New Zealand Journal of Botany 5 (2) p: 241-254.

MANNETJE, L. ; JONES. R. M. 1992. Plant Resources of South-East Asia 4. Forages, Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp 154-155.

WRIGHT, C. B. 1964. Lotononis in the wallum. Queensland Agricultural Journal. p: 93-96.

WINCH, J.; Mc DONALD, H.A. 1961. Flower, pod and seed development relative to the timing of the seed harvest of Viking Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus*). Canadian Journal of Plat Science. 41: p: 523-532.