

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

F. 2430



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVOLUCION DE LA SEMILLAZON Y
CARACTERISTICAS ASOCIADAS EN LOTUS MAKU
(Lotus Pedunculatus AUCT. NON. CAV.)

por

Gabriel BASCOU
Richard COSTA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
1995

AGRADECIMIENTOS

TESIS aprobada por:

Director:

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

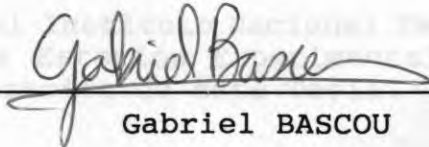
Ing. Agr. (M. Sc.) Diego Risso

Ing. Agr. Aníbal Morales

Fecha:

31/10/95

Autor:


Gabriel BASCOU

Autor:

Richard COSTA

AGRADECIMIENTOS

A Francisco Formoso por su invaluable asesoramiento, información y orientación en la redacción del trabajo.

A Amalía Rios por su constante apoyo y corrección del original.

A Diego Risso por la corrección del original.

A Aníbal Morales por su colaboración en la concreción de este trabajo.

A Caisiv Rostán por su colaboración prestada en el laboratorio de semillas.

Al personal de Forrajeras, Control de Malezas y Laboratorio de Semillas por su colaboración.

A Graciela Vila y Alejandra Díaz, por su ayuda en la búsqueda de información bibliográfica.

A la Dirección del Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias y de la Estación Experimental La Estanzuela, por permitir la realización de esta Tesis.

Al personal de los campos del SUL y UTU por la colaboración brindada.

A nuestras familias como agradecimiento de tantos años de apoyo y dedicación.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV, V, VI, Y VII
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1. ASPECTOS GENERALES.....	2
2.2. DESARROLLO DEL CULTIVO.....	2
2.3. EFECTOS DE LA DEFOLIACION SOBRE LA FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLAS.....	3
2.4. FLORACION Y POLINIZACION.....	7
2.5. MADURACION DE LA SEMILLA.....	8
2.6. DESGRANE DE LA VAINA.....	9
2.7. COSECHA DE SEMILLA.....	10
2.8. CALIDAD DE SEMILLA.....	12
3. MATERIALES Y METODOS.....	14
4. EXPERIMENTO 1.....	21
4.1 RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1.1. RENDIMIENTO DE SEMILLA LIMPIA.....	21
4.1.2. EVOLUCION DEL NUMERO DE FLORES COMPLETAMENTE DESARROLLADAS.....	23
4.1.3. EVOLUCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VAINAS.....	23
4.1.4. CALIDAD DE SEMILLA.....	27
4.1.4.1. Peso de 1000 semillas.....	27
4.1.4.2. Porcentaje de germinación.....	28
CONCLUSIONES.....	30
RESUMEN.....	31
SUMMARY.....	32
5. EXPERIMENTO 2.....	33
5.1 RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
5.1.1. RENDIMIENTO DE SEMILLA LIMPIA.....	33
5.1.2. EVOLUCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VAINAS.....	35
5.1.3. CALIDAD DE SEMILLA.....	38

5.1.3.1.	Peso de 1000 semillas.....	38
5.1.3.2.	Porcentaje de germinación.....	39
	CONCLUSIONES.....	42
	RESUMEN.....	43
	SUMMARY.....	44
6.	EXPERIMENTO 3.....	45
6.1.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
6.1.1.	RENDIMIENTO DE SEMILLA LIMPIA.....	45
6.1.2.	EVOLUCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VAINAS.....	46
6.1.3.	CALIDAD DE SEMILLA.....	48
6.1.3.1.	Peso de 1000 semillas.....	48
6.1.3.2.	Porcentaje de germinación.....	49
	CONCLUSIONES.....	51
	RESUMEN.....	52
	SUMMARY.....	53
7.	EXPERIMENTO 4.....	54
7.1.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
7.1.1.	RENDIMIENTO DE SEMILLA LIMPIA.....	54
7.1.2.	EVOLUCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VAINAS.....	58
7.1.3.	RENDIMIENTO DE FORRAJE.....	70
7.1.4.	CALIDAD DE SEMILLA.....	73
7.1.4.1.	Peso de 1000 semillas.....	73
7.1.4.2.	Porcentaje de germinación.....	75
7.1.4.3.	Vigor.....	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RESUMEN.....	84
	SUMMARY.....	85
8.	RESUMEN GENERAL.....	86
9.	BIBLIOGRAFIA.....	87
10.	ANEXO.....	92

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro N°</u>	<u>Página</u>
1. INIA. Número de flores.....	23
2. INIA. Número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas.....	24
3. SUL. Número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas.....	36
4. UTU. Número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas.....	46
5. Rendimientos de semilla (kg/ha).....	54
6. Días desde la fecha de cierre hasta la cosecha de rendimientos máximos para cada cierre.....	56
7. Rendimiento máximo de cada cierre y los correspondientes porcentajes de vainas maduras y abiertas.....	69
8. Tasas de crecimiento diario kg PS/día desde la fecha de cierre hasta la cosecha de rendimientos máximos de semilla.....	70
9. Efecto general de cuatro fechas de cierre en el peso de mil semillas.....	73
10. Efecto general de cinco momentos de cosecha en el peso de mil semillas.....	74
11. Efecto general de cuatro fechas de cierre en los porcentajes de germinación.....	76
12. Efecto general de cinco momentos de cosecha en los porcentajes de germinación.....	76
13. Efecto general de cuatro fechas de cierre y cinco momentos de cosecha en el vigor.....	81

Figura N°

1. Temperaturas Medias Mensuales y Promedio Histórico. INIA, La Estanzuela, 1994.....	19
2. Precipitaciones Medias Mensuales y Promedio Histórico. INIA, La Estanzuela, 1994.....	19
3. Precipitaciones y Temperaturas Medias Mensuales. SUL, Cerro Colorado, 1994/95.....	20
4. Precipitaciones Medias Mensuales y Promedio Histórico. UTU, La Carolina, 1994/95.....	20
5. INIA. Rendimientos de semilla.....	21
6. INIA. Rendimientos de semilla y evolución de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....	26
7. INIA. Evolución del peso de mil semillas.....	27
8. INIA. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.....	28
9. SUL. Rendimientos de semilla.....	33
10. SUL. Rendimientos de semilla y evolución de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....	37
11. SUL. Evolución del peso de mil semillas.....	39
12. SUL. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.....	40
13. UTU. Rendimientos de semilla.....	45
14. UTU. Rendimientos de semilla y evolución de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....	48
15. UTU. Evolución del peso de mil semillas.....	49
16. UTU. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.....	50

17. Número de vainas totales para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha.....59
18. Efecto de cuatro fechas de cierre en el número de vainas inmaduras.....60
19. Efecto de cinco momentos de cosecha en el número de vainas inmaduras.....61
20. Número de vainas maduras para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha.....62
21. Efecto de cuatro fechas de cierre en el número de vainas abiertas.....63
22. Efecto de cinco momentos de cosecha en el número de vainas abiertas.....64
23. Cierre S/C - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....65
24. Cierre 29/9 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....66
25. Cierre 1/11 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....67
26. Cierre 22/11 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas.....68
27. Efecto general de cuatro fechas de cierre en la acumulación de forraje.....71
28. Efecto general de cinco momentos de cosecha en la acumulación de forraje.....72
29. Evolución del peso de mil semillas para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha.....75
30. Cierre S/C - Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.....77

1. INTRODUCCION

El Lotus Maku es una leguminosa perenne, que se destaca como muy promisoría para mejoramientos extensivos en suelos desarrollados sobre el área de cristalino, por su alta capacidad productiva y buena persistencia (Risso et al., 1990).

La tolerancia a pH bajos, a niveles altos de Al^{+++} , a bajos tenores de fósforo en el suelo y a condiciones de anegamiento hacen al *Lotus pedunculatus* una especie competitiva y persistente cuando una o una combinación de dichas condiciones se presentan. Bajo las mismas, en general otras leguminosas tienen dificultad en establecerse y producir (Sheath, 1981).

A pesar de las virtudes descritas, los bajos rendimientos de semilla obtenidos generalmente con Lotus Maku son un factor limitante para su uso generalizado (Tabora y Hill, 1990).

Su buen comportamiento forrajero en suelos superficiales del área de cristalino seguramente va a determinar una demanda creciente de semillas. Por este motivo importa conocer su comportamiento reproductivo en las condiciones del país.

Los objetivos de estos trabajos consistieron en evaluar los efectos de diferentes fechas de último corte, en distintos momentos de cosecha sobre los rendimientos de semilla y sus componentes. Adicionalmente se estudió la evolución de la semillazón a los efectos de relacionarla con alguna variable del cultivo de tal forma que pueda resultar fácilmente orientativa respecto a la determinación de momentos óptimos de cosecha.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ASPECTOS GENERALES

Los rendimientos de semilla que normalmente se obtienen comercialmente en Nueva Zelandia fluctúan entre los 0 a 300 kg/ha. Los promedios a nivel experimental oscilan entre los 200-400 kg/ha (Lancashire *et al.*, 1980), pudiendo llegar hasta valores máximos de 900 kg/ha (Hare, 1992).

Las principales razones por la que se obtienen bajos rendimientos de semilla en Lotus Maku son el habito de floración indeterminado y la dehiscencia de las vainas. Esta última determina importantes pérdidas del potencial productivo (Hare y Lucas, 1984).

2.2 DESARROLLO DEL CULTIVO

El Lotus Maku inicialmente produce una corona y raíz principal. Posteriormente se forma una red de rizomas y raíces fibrosas en los 5-10 cm superiores de suelo.

El crecimiento de los rizomas generalmente ocurre a fines de verano y en el otoño, siendo favorecido por un régimen de pastoreo aliviado.

En la medida que la defoliación se torna poco frecuente y se acumula forraje, el crecimiento axilar a partir de los nudos de los rizomas tiende a producir rizomas laterales y no tallos (Sheath 1980a, 1980b, 1981).

El rebrote en Lotus Maku se realiza a expensas de las yemas axilares de la corona, de los tallos remanentes y en las yemas ubicadas en los nudos de los rizomas. Mientras los anteriores eventualmente dominaran el rebrote, ellos demoran en expresar la producción de hojas y tallos en comparación con las yemas axilares de la corona.

Pastoreos poco frecuentes favorecen el rebrote del rastrojo, pero consecuentemente resultan en bajos porcentajes

de utilización del forraje producido.

Los pastoreos intensos enlentecen el rebrote, disminuyen la capacidad de competencia en pasturas mezcla, y además, restringen el crecimiento de los órganos subterráneos (Sheath y Hogdson, 1989).

La expansión y fragmentación de los rizomas es un evento anual, base de dispersión y colonización en esta especie (Wedderburn y Lowther, 1985). En consecuencia es necesario evitar el pastoreo en el período crítico, fines de verano principios de otoño, a los efectos de fomentar su densidad, en la pastura mediante la colonización rizomática. En situaciones donde esta leguminosa tiene una densidad satisfactoria el cultivo puede ser pastoreado durante este período.

En siembras de primavera el desarrollo de rizomas comienza a partir de cuatro o seis semanas de realizadas, y en las siembras de otoño, un año después (Sheath, 1976).

El peso seco por planta de los órganos localizados bajo tierra es variable durante primavera y principios de verano. Posteriormente muestran un rápido incremento desde fines de verano hasta mediados de otoño, descendiendo durante el invierno. Es así, que pastoreos frecuentes e intensos, especialmente en verano, determinan disminuciones en los pesos secos de corona y raíz principal, indicando que este manejo implicaría menor persistencia de las plantas especialmente bajo condiciones de déficit hídrico (Sheath, 1980a).

2.3 EFECTOS DE LA DEFOLIACION SOBRE LA FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLAS

En las leguminosas perennes existe una relación negativa entre la densidad de plantas y el rendimiento de semilla. Esto explicaría las disminuciones en los rendimientos de semilla que se registran en Lotus Maku a partir del segundo año y hasta el quinto en función de un número de plantas excesivo (Hare, 1992).

Al aumentar las densidades de (22-44 plantas/m²), consideradas bajas, hasta (66-133 plantas/m²), caracterizadas como altas, Hare (1984) determinó un descenso lineal y significativo en los rendimientos de semilla.

Los estolones formados en mayo, junio y alrededor del 45 % de los formados en julio mueren sin producir ningún nudo reproductivo, mientras que los formados en diciembre no evolucionan al estado reproductivo.

La mayor parte del rendimiento de semilla fue aportado a partir de estolones originados en setiembre.

Por otro lado los estolones formados en agosto, setiembre y octubre muestran los mayores potenciales de rendimiento en planta aislada.

Sin considerar el mes de formación del estolon, la mayor proporción (69 %) del rendimiento total de semilla fue producido a partir de las flores presentes en noviembre.

Es importante entonces, remarcar la necesidad de favorecer la producción de nuevos estolones en agosto, setiembre y octubre así como promover una máxima producción de flores en noviembre (Hill y Witchwoot, 1990).

Tabora y Hill (1990) evaluando a 40° LS plantas aisladas de Lotus Maku dividen a la floración en tres etapas: temprana (22 nov- 13 dic), media (14 dic- 17 ene) y tardía (18 ene- 21 feb).

Las plantas produjeron en promedio un total de 823 umbelas discriminadas en: 12, 76 y 12 % para cada una de las floraciones respectivamente. Surge claramente que la mayor producción de flores se concentró en un período comparativamente corto de solo 35 días. La floración media fue la que presentó mayor número de vainas por umbela, debido fundamentalmente a una menor pérdida de flores. A su vez determinaron que los tallos laterales primarios produjeron la mayor masa vegetativa, contribuyendo así al potencial reproductivo.

El crecimiento más intenso de todos los tallos de la planta ocurrió en noviembre, diciembre y enero, coincidiendo con la formación de las yemas, floración y llenado de las vainas.

El número de semillas por vaina varió con el momento de desarrollo de los rebrotes. Así, las umbelas formadas a partir de tallos desarrollados en setiembre presentaron el mayor número de semillas por vaina.

El peso de 1000 semillas mostró pequeñas diferencias entre los grupos, pero con una tendencia similar a la de los tallos formados de agosto a noviembre.

Los rendimientos de semilla de los grupos de tallos principales formados en setiembre, octubre, noviembre y diciembre fueron los mayores contribuyentes (82 %) al rendimiento total de semilla.

Los tallos originados en noviembre realizaron el mayor aporte, seguidos por los formados en setiembre y octubre, que no se diferenciaron significativamente entre si, para descender marcadamente en los producidos en diciembre y enero.

Estos resultados muestran consistentemente que la mayor contribución en determinar el número total de tallos laterales primarios, umbelas, vainas por umbela, semillas por vaina, peso de semilla y rendimiento final de semilla es realizada por los tallos primarios que se originan en setiembre, octubre y noviembre.

Probablemente los últimos tallos formados, los de enero, tengan un efecto deletéreo en el rendimiento de semilla porque compiten con los drenos reproductivos que se desarrollan simultáneamente.

En relación a la pérdida de vainas, en *Lotus corniculatus*, se sugiere que el desarrollo de las semillas podría ser una causa de la pérdida de vainas y aparentemente las vainas con menos semillas tenderían a perderse (Hill y Supanjai, 1993).

En general, los nudos fértiles ocurren de octubre a diciembre, probablemente debido a efectos que podrían atribuirse a clima y suelo (Hill y Witchwoot, 1990).

La competencia por asimilatos sería una de las causas de bajo rendimiento de semilla en *Lotus Maku*. Al producirse simultáneamente partes vegetativas y reproductivas, los fotoasimilatos disponibles deben ser divididos entre las demandas creadas por los drenos vegetativos y reproductivos (Tabora y Hill, 1990).

En *Lotus corniculatus* se proponen dos teorías para explicar porque la planta produce tantas flores que no será capaz de soportar hasta la madurez. La primera sostiene que,

el exceso en producción de flores eventualmente le permite a las plantas aprovechar los años buenos donde los recursos son abundantes. La otra hipótesis sostiene que la proporción de flores que producen semilla se mantendrá constante en un amplio rango de ambientes (Stephenson, 1984).

En Lotus Maku, Hare (1985) estudió durante dos años el efecto sobre el rendimiento de semillas de diferentes fechas de cierre a dos intensidades de corte, a ras de suelo o dejando una altura de rastrojo entre 5 y 10 cm.

En ambos años los cortes de primavera disminuyeron significativamente los rendimientos con relación a los obtenidos en el cultivo sin corte en dicha estación. Las fechas de cierre posteriores al 24 de noviembre no produjeron semilla cosechable en el primer año, probablemente debido a las condiciones de déficit hídrico.

En el segundo año los rendimientos de semilla obtenidos entre los cierres del 29 de setiembre al 11 de noviembre, disminuyeron linealmente en los tratamientos que al cierre se cortó a ras del suelo, mientras que en aquellos que fueron despuntados (5 a 10 cm), los rendimientos no se diferenciaron entre las diferentes fechas de cierre. Estos últimos tuvieron rendimientos de semilla superiores a aquellos que fueron cortados a ras del suelo.

En el primer año el corte redujo el número de umbelas por tallo y vainas por umbela. En el segundo año hubo una disminución significativa del rendimiento de semilla por tallo y semillas por vaina, ya sea por cortar a ras del suelo, o de 5 a 10 cm, desde los cierres de setiembre a noviembre.

Las vainas por umbela y el peso de las 1000 semillas no fueron afectados por las distintas fechas de cierre y severidades de defoliación.

Hare (1985) concluye que los cierres del cultivo de Lotus Maku más allá de noviembre, así como la severidad de la defoliación al cierre, reducen significativamente los rendimientos de semilla. Además, sugiere que si se quieren obtener rendimientos de semilla máximos (470 y 488 kg/ha en los dos años de estudio) no sería conveniente realizar pastoreos en primavera, debido a que el Lotus Maku tiene relativamente poco crecimiento durante el invierno y principios de primavera.

En la isla sur de Nueva Zelanda, el rendimiento de semilla del Lotus Maku y el peso de la misma se reducen si el cultivo es cerrado más allá del primero de octubre (Clifford citado por Lancashire *et al.*, 1980). Entre tanto, en la isla norte los cultivos no deberían cerrarse más allá del primero de setiembre (Armstrong citado por Lancashire *et al.*, 1980), dado que los tallos originados en setiembre, octubre y noviembre son los responsables del 82 % del rendimiento (Tabora y Hill, 1990).

El cierre a mediados de octubre, luego de un pastoreo o corte intenso, deprime el rendimiento de semilla debido a la menor biomasa a la cosecha, a pesar de que la dehiscencia de las vainas se ve disminuida por cosechar en condiciones de temperaturas más frías, como las de marzo (Neal, 1983). No obstante, Hare (1985) sostiene que la biomasa a la cosecha, solamente se verá reducida significativamente por cortar a ras de suelo a partir de noviembre.

2.4 FLORACION Y POLINIZACION

El pasaje del estado vegetativo al reproductivo comienza con la inducción para florecer (Thomas y Forde, 1967). La producción del estímulo inductor, es determinado por el fotoperíodo e influenciado por la intensidad de luz y determina en las yemas axilares la iniciación de los primordios de inflorescencias.

El efecto de un estímulo débil determina una lenta transición al estado reproductivo, entre tanto, un estímulo fuerte una rápida transición. Los cambios morfológicos debidos a la iniciación comienzan a hacerse visibles a los 7 días. Para que las inflorescencias se desarrollen completamente hasta antesis, se requiere un estímulo de mayor intensidad y duración que aquel necesario para la inducción, de lo contrario se perderán las inflorescencias.

La sensibilidad de los procesos de floración a la intensidad de luz en esta especie, indica que presenta un límite inferior de requerimientos relativamente alto (Forde y Thomas, 1966).

El número de flores desarrollándose hasta antesis aumentó sustancialmente en las plantas expuestas a luz natural y suplementadas hasta 16 horas con luz de 4320 lux, en comparación con aquellas que recibían un suplemento de

1080 lux. Este trabajo concuerda con el realizado por Tabora y Hill (1990), donde registraron una menor pérdida de flores en la floración media, originada por un mayor fotoperíodo.

En Lotus Maku, se constató que las yemas florales tempranas se iniciaban a fines de octubre, cuando la longitud del día era de 13.6 a 13.9 hs.. La floración se visualizó en la tercer semana de noviembre cuando la longitud del día era de 14.6 hs (Tabora y Hill, 1990). Esta respuesta de la floración al largo del día es muy similar a los resultados reportados por Forde y Thomas (1966).

En *Lotus corniculatus*, se indica un fotoperíodo crítico de 14.5 y 15 hs., para la iniciación de la floración, señalando la necesidad de un estímulo fuerte de día largo acompañado de alta intensidad de luz para favorecer un desarrollo completo de la flor (Joffe, 1958).

Lotus es una especie de fecundación predominantemente cruzada y entomófila por lo que la acción de insectos polinizadores es fundamental (Miñon et al., 1990; Lancashire et al., 1980), recomendándose cuatro colmenas de abejas melíferas por hectárea para obtener una buena polinización (Lancashire et al., 1980).

La polinización además, cumple otro rol muy importante, puesto que el número de semillas por vaina en *Lotus corniculatus* es tanto mayor cuanto más alto sea el número de visitas efectuadas por los polinizadores (DeGrandi y Collison, 1982); consecuentemente la producción de semilla será mayor.

2.5 MADURACION DE LA SEMILLA

En *Lotus corniculatus* la longitud de la vaina aumenta rápidamente luego de la polinización, alcanzando el 75 % de su tamaño final luego de los 6 días y su tamaño máximo el día 21 (Anderson, 1955). Un notable crecimiento diametral de las vainas comienza alrededor del día 15, como consecuencia de un rápido desarrollo de la semilla en esta etapa.

Hare y Lucas (1984) dividen el desarrollo de la semilla en tres estados: el estado de desarrollo, el de acumulación de reservas y el estado de maduración.

EL estado de desarrollo es definido como el período

donde el contenido de humedad es muy alto (70 a 90 %) y la semilla no es viable. Dicho período abarcó 19 días después de la polinización en 1982 y 23 días en 1983.

La acumulación de reservas finaliza cuando las semillas alcanzan el máximo peso seco, que se localizó en el día 27 en 1982 y el día 35 en 1983 posterior a la polinización. En este período la semilla se torna viable en fases tempranas del mismo, sin embargo la capacidad de germinación declina durante los últimos días, incrementando paralelamente el porcentaje de semillas duras.

El máximo de semilla viable de Maku se registró durante este período, 4 días antes de que se alcanzara la madurez total de la semilla.

La fase de maduración abarcó 8 días en 1982 y 12 días en 1983. El clima seco y caluroso aceleró notoriamente la maduración de la semilla en Lotus Maku en 1982 y el clima más frío retrasó la misma en 1983.

2.6 DESGRANE DE LA VAINA

Uno de los factores limitantes para una buena producción de semilla, de *Lotus corniculatus*, es la tendencia de las vainas a abrirse cuando están maduras. El contenido de humedad de las mismas es uno de los factores críticos que afecta dicha condición (Metcalf et al., 1957).

Al estudiar los factores morfológicos asociados con la dehiscencia de las vainas en *Lotus corniculatus*, Buckovic citado por Metcalf et al. (1957) sugirió que la pérdida de humedad diferencial entre exocarpo y mesocarpo determina una tensión entre las fibras que causan la separación y enroscamiento de las valvas de la vaina. Además, determinó que la tasa de pérdida de humedad afectó la tasa de dehiscencia, puesto que las vainas que se secaron a una tasa acelerada tenían una alta tasa de dehiscencia, mientras que aquellas secadas lentamente no se abrieron a pesar de haber perdido la misma cantidad de agua.

Metcalf et al. (1957) determinaron fluctuaciones amplias en la temperatura y consecuentemente, en la humedad relativa de las vainas originadas por cambios en la cobertura del cielo.

Bajo condiciones soleadas la humedad relativa en y alrededor de las vainas fue más baja que en la atmósfera, debido a la elevación de la temperatura de la vaina.

Esto explicaría el patrón de comportamiento observado, mientras que en pleno sol se aceleró la dehiscencia de las vainas, en días parcialmente nublados dicho proceso disminuye.

La diferencia en el contenido de humedad entre las vainas que se abrían y aquellas que no, fue sorprendentemente pequeña, menos de 0,5 %. Dichos autores determinaron que por debajo de una humedad relativa ambiente de 40 % (valor crítico) y a una temperatura superior a 25° C, la dehiscencia de la vaina ocurría rápidamente, especialmente a pleno sol.

En Lotus Maku cuando las vainas se tornan marrón oscuro, se produce la dehiscencia de las mismas (Hare y Lucas, 1984). 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, por lo que la planificación de las operaciones de cosecha con tiempo permitiría minimizar dichas pérdidas.

2.7 COSECHA DE SEMILLA

El principal problema de cosecha en Maku se origina como consecuencia del extenso período de floración, que determina en el cultivo la ocurrencia simultánea desde flores hasta vainas abiertas. Por esta razón la determinación del momento óptimo de cosecha es crítico. Según Lancashire *et al.* (1980) el momento óptimo para cortar el cultivo es cuando el 70 a 80 % de las vainas se tornan marrón.

En *Lotus corniculatus*, los manejos sin cortes durante la primavera determinan un período más prolongado de cosecha con rendimientos superiores a 450 kg/ha, con respecto a aquellos tratamientos que tienen un corte posterior (Rebollo y Duhalde, 1987). Cuanto más tarde se produce el cierre del semillero, mayor porcentaje de las vainas maduran en un mismo momento y consecuentemente, es menor el número de días para cosechar los mayores rendimientos. Este manejo aumenta los riesgos de desgrane.

Los cambios de color en las vainas del Lotus Maku son buenos indicadores de la madurez fisiológica y de la madurez

total.

Durante dos años Hare y Lucas (1984) evaluaron el color de las vainas y concluyeron que fue el mejor indicador de la madurez fisiológica y humedad de la semilla.

La semilla alcanzó la madurez fisiológica cuando las vainas eran una mezcla de púrpura y marrón claro en la parte superior y amarillo verdoso en la inferior. Estos estudios demostraron que los cambios en los colores de las vainas, contenido de humedad de la semilla y porcentaje de dehiscencia de las vainas se correlacionaban bien con la producción de semilla de alto peso y calidad .

El momento óptimo para cortar el cultivo, en preparación para la cosecha, es después de la madurez fisiológica de la semilla , cuando las vainas recién se empiezan a tornar marrón claro y alrededor del 3 a 4 % de las vainas están abiertas. Esto es posible debido a que la semilla está madura y es viable varios días antes de alcanzar la madurez total, consecuentemente, su calidad no se vera afectada. En este estado el peso seco de la semilla es constante y el contenido de humedad es aproximadamente 35 % (Hare y Lucas, 1984).

El principal problema a la cosecha con Lotus Maku es secar la masa de forraje, especialmente los tallos, antes de que se produzca la dehiscencia de las vainas. La obtención de altos rendimientos de semilla implican una gran cantidad de forraje y tallos largos, aspectos que inevitablemente deben ser enfrentados a la cosecha (Tabora y Hill, 1990).

2.8 CALIDAD DE SEMILLA

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 la misma durante la cosecha y postcosecha (CIAAB, 1973).

En lotes con porcentajes de germinación tan bajos como 50 a 60 %, el recurso de aumentar las densidades de siembra puede resultar insuficiente para corregir el problema, ya que en general las semillas integrantes de estos lotes producen plántulas muy débiles.

Beuselinck y McGraw (1983) trabajando con introducciones

de *Lotus corniculatus*, *Lotus tenuis* y *Lotus pedunculatus* determinaron que el peso de las 100 semillas y el peso seco de las plántulas estaban significativamente correlacionados. Estos autores hallaron un r^2 de 0.54 entre el peso seco de semillas y el peso seco de plántulas con seis semanas en *Lotus pedunculatus*. Resultados similares con *Lotus corniculatus* fueron reportados por Twamley (1967).

A su vez Stickler y Wassom (1963), también en *Lotus corniculatus*, determinaron diferencias significativas entre el peso de semillas y su efecto en la emergencia final.

El peso de mil semillas es la medida estándar para el tamaño de semilla (Charlton, J.F.L. 1989). Este autor cita a Jhonson quien sostiene que los lotes comerciales de Lotus Maku en Nueva Zelandia generalmente rondan los 0.7 g. por 1000 semillas.

En condiciones de plantas aisladas con Lotus Maku (Tabora y Hill, 1990) determinaron pequeñas diferencias en el peso de mil semillas, explicadas en función del mes en que se formó en el tallo que le dió origen a las mismas. Dichos autores registraron una pequeña tendencia a aumentos de peso en las semillas originadas de los tallos formados de agosto a noviembre, para luego descender en enero. En general se menciona que las semillas más pesadas fueron las formadas en noviembre, independientemente del mes en que se formo el estolon que le dió origen (Hill y Witchwoot, 1990).

Varios autores mencionan que el peso de mil semillas de Maku varia entre 0.55 y 0.89 g. (Carámbula et al., 1994; Hare, 1992; Tabora y Hampton, 1992; Hill y Witchwoot, 1990; Tabora y Hill, 1990; Charlton, 1989; Hampton et al., 1989; Hare y Lucas, 1984; Lancashire et al., 1980; Neal, 1983).

Charlton (1989) estudió la germinación del Lotus Maku a diferentes temperaturas y encontró que a medida que la temperatura bajaba el porcentaje de germinación disminuía marcadamente. También registró una correlación alta ($r^2=0.94$) entre la germinación a bajas temperaturas y el tamaño de la semilla.

El mismo autor realizó una comparación entre diferentes materiales de *Lotus pedunculatus* y *Lotus corniculatus* a bajas temperaturas. Mientras en *Lotus corniculatus* a las dos semanas ya había germinado el 75 % de las semillas, en *Lotus pedunculatus* dicho valor fue inferior al 25 %.



En Nueva Zelanda la época de siembra es considerada una fase crítica. En función de la depresión de la germinación que las bajas temperaturas determinan.

Debido a estas características es que White (1990) recomienda, para Nueva Zelanda, siembras tempranas de otoño en lo posible febrero marzo, en tanto, Lancashire et al. aconsejan siembras de primavera para la isla sur.

3. MATERIALES Y METODOS

En el invierno de 1994 se instalaron cuatro experimentos sobre cultivos de *Lotus pedunculatus* cv Maku, en tres lugares diferentes del país.

Experimento 1:

Se instaló en la Estación Experimental La Estanzuela perteneciente al I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), departamento de Colonia, 32° LS.

El cultivo fue sembrado consociado con cebada en marzo de 1993 en un suelo denominado Brunosol Eútrico Típico, perteneciente a la Unidad Ecilda Paullier-Las Brujas.

Se utilizaron 3 kg/ha sembrados al voleo. A la siembra se fertilizó con superfosfato al voleo a razón de 80 kg de P205/ha, refertilizándose en abril de 1994 con la misma fuente 60 kg/ha de P205.

A los efectos de asegurar la polinización fueron instaladas próximas al ensayo cuatro colmenas de abejas.

El cultivo fue pastoreado en forma rotativa con lanares hasta el 29/9/94, momento en que se cerró para producir semilla.

Se aplicaron 13 tratamientos que corresponden a 13 fechas de muestreo: 12/12/94, 21/12/94, 28/12/94, 4/1/95, 10/1/95, 17/1/95, 23/1/95, 30/1/95, 6/2/95, 14/2/95, 20/2/95, 28/2/95 y 6/3/95. Los tratamientos fueron dispuestos sobre un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 5 por 2 m.

Los muestreos se realizaron entre las 6 y 8 p.m..

Las precipitaciones y las temperaturas medias mensuales con respecto a las históricas durante el ciclo de cultivo se detallan en las figuras 1 y 2.

El análisis de varianza fue realizado con el programa S.A.S. (Statistical Analysis System, 1985).

Experimento 2:

Se instaló en el Campo Experimental Dr. Alejandro Gallinal perteneciente al S.U.L. (Secretariado Uruguayo de la Lana), departamento de Florida.

El cultivo fue sembrado en junio de 1991 en un suelo denominado Brunosol Subeutrico Lúvico, perteneciente a la Unidad San Gabriel-Guaycuru.

Se utilizaron 3 kg/ha sembrados al voleo, en cobertura. A la siembra se fertilizó con superfosfato al voleo a razón de 60 kg de P₂O₅/ha, realizándose una refertilización anual de 40 kg/ha con la misma fuente.

El 27/12/94 se muestreó el suelo, determinándose 2,0 ppm de fósforo, mediante el método de Bray I.

El cultivo fue pastoreado en forma rotativa con lanares hasta el 7/10/94, momento en que se cerró para producir semilla.

Se aplicaron 5 tratamientos que corresponden a 5 fechas de muestreo: 27/12/94, 3/1/95, 9/1/95, 16/1/95 y 23/1/95. Los tratamientos fueron dispuestos sobre un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 5 por 2 m.

Los muestreos se realizaron entre las 6 y 10 am.

Las precipitaciones y las temperaturas medias mensuales durante el ciclo de cultivo se detallan en la figura 3.

El análisis de varianza fue realizado con el programa S.A.S. (Statistical Analysis System, 1985).

Experimento 3:

Se instaló en la Escuela Agraria La Carolina perteneciente a la U.T.U. (Universidad del Trabajo del Uruguay), departamento de Flores.

El cultivo fue sembrado en marzo de 1993 en un suelo clasificado como Brunosol Eútrico Lúvico, perteneciente a la Unidad La Carolina.

La densidad de siembra utilizada fue de 3 kg/ha y el método de siembra fue en líneas con una zapata. A la siembra se fertilizó al voleo con 40 Kg de P₂O₅/ha, aplicándose 30 kg de P₂O₅/ha anuales como fosforita (Naturafos).

El 27/12/94 se muestreó el suelo, determinándose 8.9 ppm de fósforo, mediante el método de Bray I.

El último corte fue realizado el 28/10/94.

Se aplicaron 6 tratamientos que corresponden a 6 fechas de muestreo: 27/12/94, 3/1/95, 9/1/95, 16/1/95, 23/1/95 y 29/1/95. Los tratamientos fueron dispuestos sobre un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 5 por 2 m.

Los muestreos se realizaron entre las 2 y 6 pm.

Las precipitaciones medias mensuales durante el ciclo de cultivo se detallan en la figura 4.

El análisis de varianza fue realizado con el programa S.A.S. (Statistical Analysis System, 1985).

En los experimentos 1, 2 y 3, en un cuadro de 0,75 por 0,75 m por parcela, se realizaron las siguientes determinaciones en cada fecha de muestreo a partir de muestras de 20 tallos primarios:

* Número de flores completamente desarrolladas, solamente en las primeras fechas de muestreo.

* Número de vainas inmaduras (verdes): comprende los estados desde muy inmaduro hasta verde claro pálido y semillas hasta el estado de masa verde consistente.

* Número de vainas maduras (marrones): marrón dorado pálido y marrón.

* Número de vainas abiertas.

* Rendimiento de semilla limpia.

* Peso de 1000 semillas: para lo cual se tomó una muestra conjunta de las cuatro repeticiones en cada fecha de muestreo y se pesaron 200 semillas.

* Porcentaje de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales: se determinaron a partir de una muestra conjunta de las 4 repeticiones en cada fecha de muestreo, compuesta por 100 semillas, siguiendo las normas del ISTA.

Experimento 4:

Se instaló también en la Estación Experimental La Estanzuela, sobre el mismo cultivo y en las mismas condiciones que para el Experimento 1.

A diferencia de ese Experimento, en este caso los tratamientos consistieron en 4 fechas de cierre: 29 de setiembre, 1 y 22 de noviembre y sin corte en primavera. En cada fecha de cierre se evaluaron 5 momentos de cosecha: 12 y 26 de enero, 14, 20 y 28 de febrero.

Previo al cierre el cultivo fue pastoreado en forma rotativa con lanares. El último corte fue realizado a una altura de 5 cm.

En un cuadro de 0.75 por 0.75 m por parcela, se realizaron en cada fecha de muestreo, entre las 2 y las 6 p.m. las siguientes determinaciones a partir de muestras de 20 tallos primarios:

* Número de vainas inmaduras (verdes): comprende los estados desde muy inmaduro hasta verde claro pálido y semillas hasta el estado de masa verde consistente.

* Número de vainas maduras (marrones): marrón dorado pálido y marrón.

* Número de vainas abiertas.

* Rendimiento de semilla limpia.

* Peso de 1000 semillas: se juntaron las cinco repeticiones de cada fecha de muestreo y se pesaron 200 semillas.

* Porcentaje de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales: a partir de una muestra conjunta de las 4 repeticiones en cada fecha de muestreo compuesta por 100 semillas, siguiendo las normas del ISTA.

* Rendimiento de forraje: fue cuatificado por corte a

ras de suelo con una tijera de esquilar eléctrica y secado a estufa a 60 °C hasta peso seco constante.

El diseño experimental fue de bloques aleatorizados con 20 tratamientos y 5 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 2 por 5 m.

Las precipitaciones y las temperaturas medias mensuales con respecto a las históricas durante el ciclo de cultivo se detallan en las figuras 1 y 2.

El análisis de varianza fue realizado con el programa S.A.S. (Statistical Analysis System, 1985).

ABREVIATURAS

ns = No significativo.

* = Significativo al 5 %.

MDS = Mínima diferencia significativa.

VAIT = Número de vainas totales.

NVI = Número de vainas inmaduras.

NVM = Número de vainas maduras.

NVA = Número de vainas abiertas.

S/C = Sin corte en primavera.

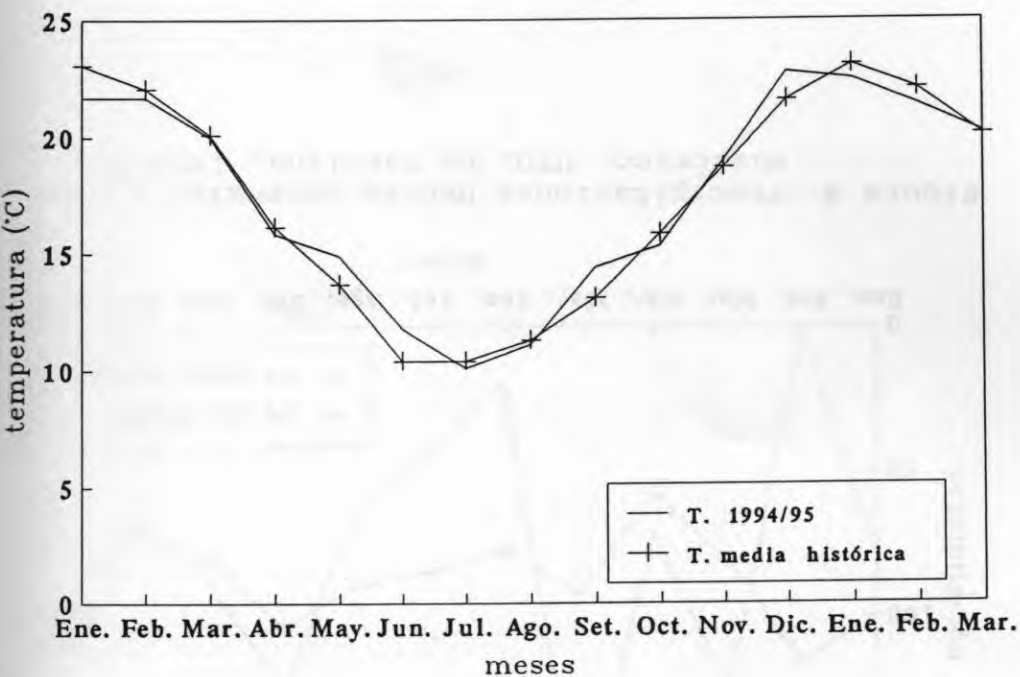


Figura 1. Temperaturas Medias Mensuales y Promedio Histórico. INIA, La Estanzuela, 1994.

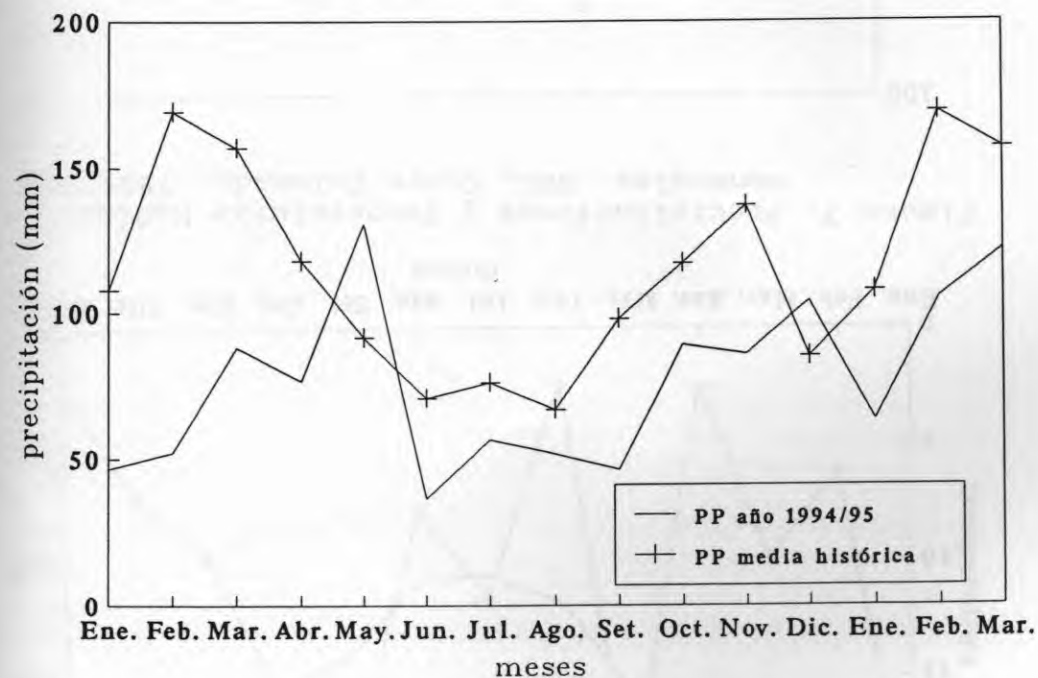


Figura 2. Precipitaciones Medias Mensuales y Promedio Histórico. INIA, La Estanzuela, 1994.

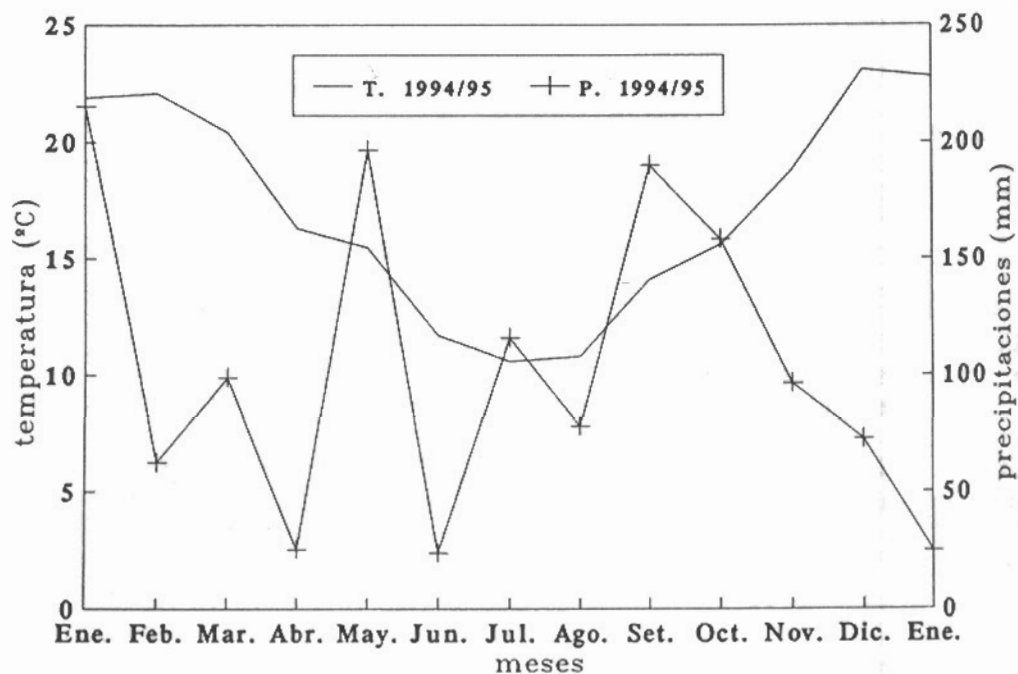


Figura 3. Precipitaciones y Temperaturas Medias Mensuales. SUL, Cerro Colorado, 1994/95.

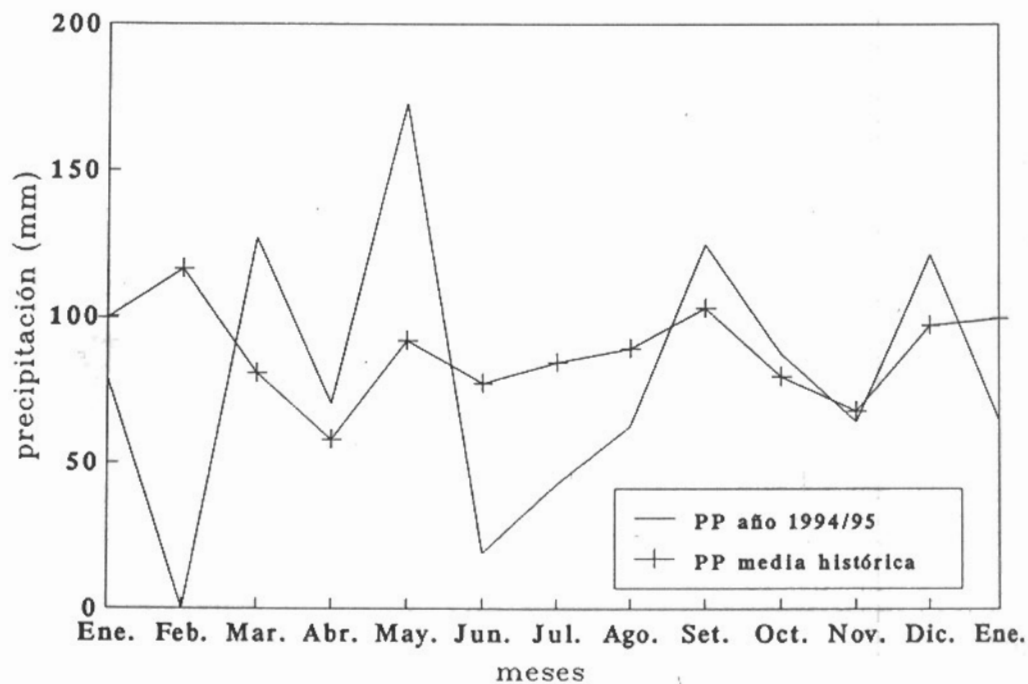


Figura 4. Precipitaciones Medias Mensuales y Promedio Histórico. UTU, La Carolina, 1994/95.

4. EXPERIMENTO 1

4.1 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.1 Rendimiento de semilla limpia

La evolución del rendimiento de semilla limpia denota que en las etapas iniciales y hasta el 21/12 se verifica un período donde éstos incrementan lentamente con valores absolutos bajos, menores a los 20 kg/ha (Figura 5).

A partir del 21/12 y hasta el 17/1 el cultivo se caracteriza por aumentar rápida y sostenidamente los rendimientos, a una tasa promedio de 12.2 kg de semilla/día hasta alcanzar un máximo, que se produce en la cosecha del 17 de enero, donde se acumularon 342 kg/ha.

Luego del pico del 17 de enero, se destaca también por su alto rendimiento (271 kg/ha) la cosecha realizada el 23/1.

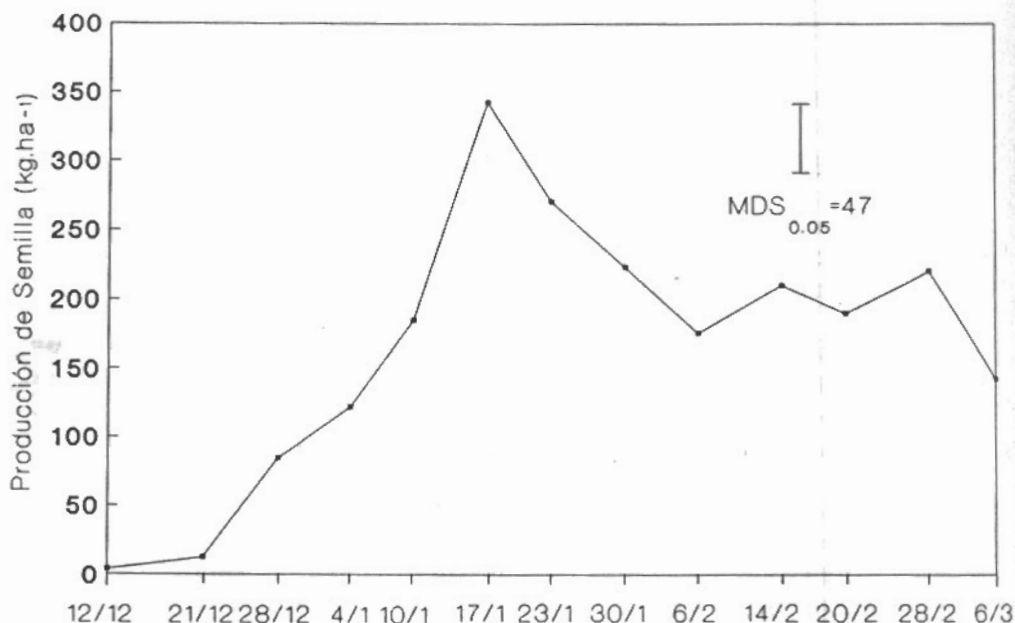


Figura 5. Evolución de los rendimientos de semilla durante el período reproductivo de Lotus Maku. INIA, La Estanzuela, 1995.

Posteriormente, entre el 17/1 y hasta el 6/2 se produce un marcado descenso de los rendimientos los cuales disminuyen

a una tasa promedio de 8.3 kg de semilla/día, lo cual se tradujo que al 6/2, el cultivo disminuyó el rendimiento de semilla hasta los 175 kg/ha. A partir de esta fecha, con oscilaciones de rendimientos en momentos intermedios (14/2, 20/2), el cultivo vuelve a aumentar los rendimientos de semilla hasta alcanzar un 2^{do} máximo que se registró el 28/2.

Este segundo pico de semillazón, probablemente este asociado a un segundo período de floración, de menor intensidad que el primero. Esta característica es semejante a las curvas de semillazón de *Lotus corniculatus* donde los rendimientos de la primera y segunda cosecha guardan generalmente una relación inversa (Carámbula, 1981).

La evolución de la semillazón en esta situación permite inferir que en condiciones comerciales de producción, posteriormente a la primer cosecha realizada en el primer pico de máximo rendimiento de semillas (342 kg/ha) que se registró en la primer quincena de enero, cabría la posibilidad de una segunda cosecha de menor potencial productivo, bajo condiciones de ambiente favorable.

Este comportamiento del cultivo bajo las condiciones de nuestro país es de suma importancia para el productor. En los casos de cierres tempranos, en años que las condiciones climáticas lo permitan, podría realizarse una segunda cosecha.

Cabe resaltar, por su importancia económica que el cultivo mantuvo rendimientos de semillas superiores a los 150 kg/ha durante el período comprendido entre el 8/01 y el 4/03. Esta característica aseguraría un período muy amplio de cosecha de semilla por parte del productor.

Las diferencias en rendimientos de semillas, en los distintos momentos cuantificados se explica en función de los modelos evolutivos que presentaron las vainas, aspectos que se trataran posteriormente.

4.1.2 Evolución del número de flores completamente desarrolladas

A los efectos de tener un indicador visual del cultivo se registró el número de flores en las primeras fechas de muestreo.

Como se observa en el cuadro 1, no se encontraron diferencias significativas entre las fechas de muestreo analizadas.

Cuadro 1. Evolución del número de flores completamente desarrolladas en 10 tallos en el período comprendido del 12/12/94 al 04/01/95. INIA, La Estanzuela, 1995.

Fecha de muestreo	flores/10 tallos
12/12	60
21/12	94
28/12	80
4/1	83
MDS 5 %	ns

El mantenimiento por un lapso prolongado de un alto número de flores indica una elevada capacidad de producción de las mismas, que posteriormente se traducirán en el mantenimiento por más tiempo de un mayor número de vainas con diversidad de edades de formación. Esta característica referente al hábito de floración determina curvas de semillazón como la comentada precedentemente.

4.1.3 Evolución de los diferentes tipos de vainas

La tasa de formación de nuevas vainas decrece en la medida que transcurre la fase reproductiva. Paralelamente en las vainas formadas en las primeras etapas de la fase reproductiva se aceleran los procesos de maduración de las mismas (Cuadro 2).

El número total de vainas presentó valores máximos en los momentos de cosecha correspondientes al 4/1, 10/1, y 17/1, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, siendo superiores ($P < 0.05$) a las restantes cosechas cuantificadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Evolución del número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. INIA, La Estanzuela, 1995.

Fecha de muestreo	VAIT	NVI	NVM	NVA
	(vainas/10 tallos)			
12/12	182	181	1	
21/12	122	102	20	
28/12	160	152	8	
4/1	223	180	43	
10/1	255	212	43	
17/1	246	94	143	9
23/1	167	44	112	11
30/1	179	48	97	34
6/2	177	46	81	50
14/2	156	36	75	45
20/2	155	18	57	80
28/2	139	6	97	36
MDS 5 %	55	37	35	28

17/1 se da N^o alto de vainas, máx. de NVM, bajo de NVI e inicio de desgranado

El número de vainas inmaduras presentó un máximo (212 vainas/10 tallos) el 10/1 y posteriormente van decreciendo en las sucesivas cosechas, registrándose el mínimo hacia el final del período estudiado. Este descenso puede ser explicado en función de dos procesos operando simultáneamente, disminución de la tasa de formación de flores y maduración de las vainas.

El número de vainas maduras va aumentando en las sucesivas cosechas hasta que se produce un máximo (143 vainas/10 tallos) el 17/1. Luego se produce un descenso del

número de vainas maduras hasta el 20/2 para aumentar nuevamente el 28/2. En ambos momentos 17/1 y 28/2 fue donde se registraron los dos picos de producción de semillas ya mencionados.

El 17/1 comenzaron a registrarse vainas abiertas en el cultivo. Estas aumentaron a una tasa promedio de 0.9 vainas/10 tallos/día hasta el 6/2, lo cual explicaría la disminución de 8.3 kg semilla/día de los rendimientos de semilla limpia que se registraron en dicho período.

Posteriormente se produjo la máxima dehiscencia registrada en el período (80 vainas/10 tallos), el 20/2. Determinaciones realizadas en *Lotus corniculatus* por Metcalfe et al. (1957), establecieron que la dehiscencia de las vainas se producía con humedades relativas inferiores al 40 % y con temperaturas superiores a los 25 °C, especialmente a pleno sol. Las condiciones climáticas imperantes en los días previos a la evaluación mencionada, se caracterizaron por días con más de 10 horas de sol, temperaturas de 28 y 32 °C y humedades relativas de 45 a 53 %, ocasionando posiblemente esa mayor dehiscencia.

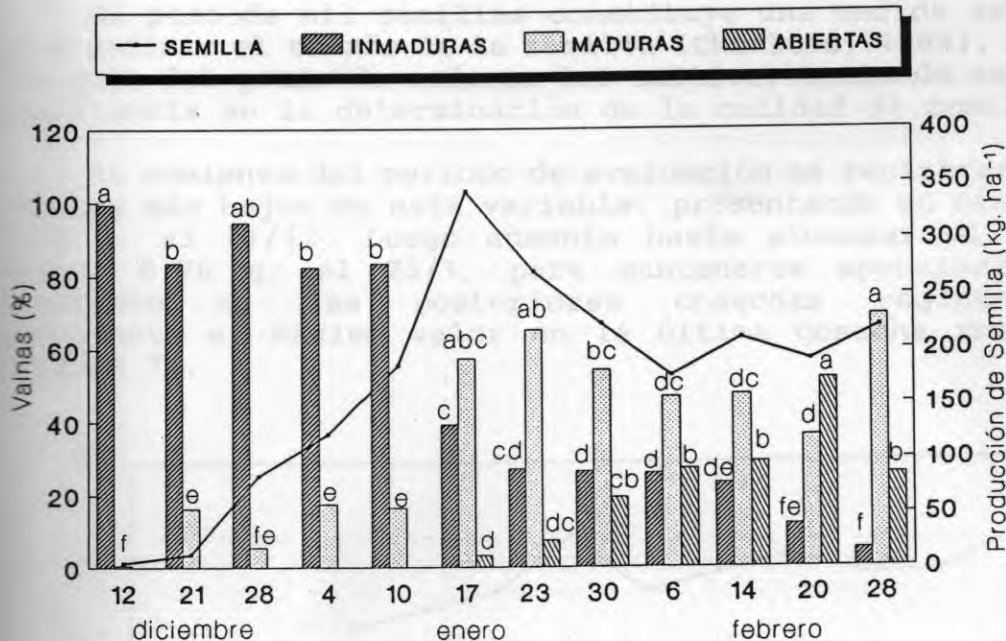
Los rendimientos más altos de semilla se obtuvieron en los momentos de cosecha del 17/1 y 23/1 y se produjeron con porcentajes de vainas maduras de 58 y 65 % respectivamente. En ambos momentos el porcentaje de vainas abiertas fue menor al 10 % (Figura 6).

Estos resultados coinciden con el trabajo de Hare y Lucas (1984) quienes recomiendan cosechar cuando alrededor del 3 a 4 % de las vainas están abiertas y la semilla ya ha alcanzado la madurez fisiológica.

Sin embargo otros autores (Lancashire et al., 1980) sostienen que el momento óptimo para cortar el cultivo en preparación para la cosecha es cuando el 70 a 80 % de las vainas se ponen marrones, lo cual según los datos recabados en este experimento apenas se alcanzaría el mínimo (69 %) en uno de los momentos de cosecha, el 28/2, no coincidiendo con el momento de máxima producción de semilla. De acuerdo a estos resultados el criterio de Hare y Lucas (1984) ajusta mejor agrónomicamente a esta situación.

El porcentaje de vainas maduras presentó un doble pico. El primero fue en las cosechas del 17/1 y 23/1, mientras el segundo se produjo el 28/2, aproximadamente 36 días más

tarde, coincidiendo con el segundo pico de rendimiento.



Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 6. Evolución del rendimiento de semilla y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. INIA, La Estanzuela, 1995. INIA, La Estanzuela, 1995.

El porcentaje de vainas inmaduras se mantiene relativamente constante hasta el 10/1, alcanzándose los máximos valores ($P < 0.05$) el 12/12 y 28/12, para posteriormente producirse un marcado descenso en las mismas.

Es importante señalar que el porcentaje de vainas abiertas nunca supero el 35 %, a excepción del 20/2 donde se registro un 52 % de vainas abiertas (Figura 6).

4.1.4. Calidad de semilla

4.1.4.1. Peso de 1000 semillas

El peso de mil semillas constituye una medida estándar para definir el tamaño de la semilla (Charlton, 1989), siendo una guía del grado de madurez del cultivo, teniendo especial importancia en la determinación de la calidad de semilla.

Al comienzo del período de evaluación se registraron los valores más bajos en esta variable, presentando un mínimo de 0.64 g. el 21/12. Luego aumenta hasta alcanzar el máximo valor, 0.76 g. el 23/1, para mantenerse aproximadamente constante en las posteriores cosechas registrándose nuevamente el máximo valor en la última cosecha realizada (Figura 7).

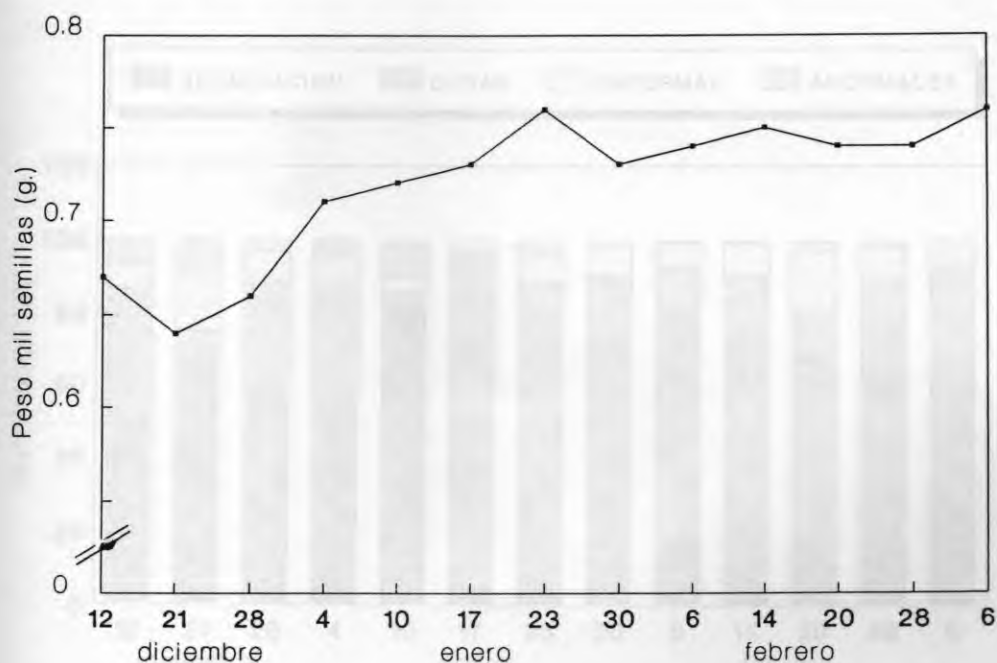


Figura 7. Evolución del peso de mil semillas durante el período reproductivo de Lotus Maku. INIA, La Estanzuela, 1995.

Los datos registrados coinciden con el reportado por diversos autores (Carámbula *et al.*, 1994; Hare, 1992; Tabora

y Hampton, 1992; Hill y Wichwoot, 1990; Tabora y Hill, 1990; Charlton, 1989; Hampton *et al.*, 1989; Hare y Lucas, 1984; Neal, 1983; Lancashire *et al.*, 1980).

4.1.4.2. Porcentaje de germinación

Una buena germinación es una característica esencial de toda semilla. En este estudio se consideró germinación total a la suma de las semillas que germinaron más las semillas duras, debido a que estas últimas conservan el potencial para crecer.

Con excepción del 21/12 y 20/2, en los restantes momentos de cosecha la germinación total se situó en valores superiores al 85 % (Figura 8).

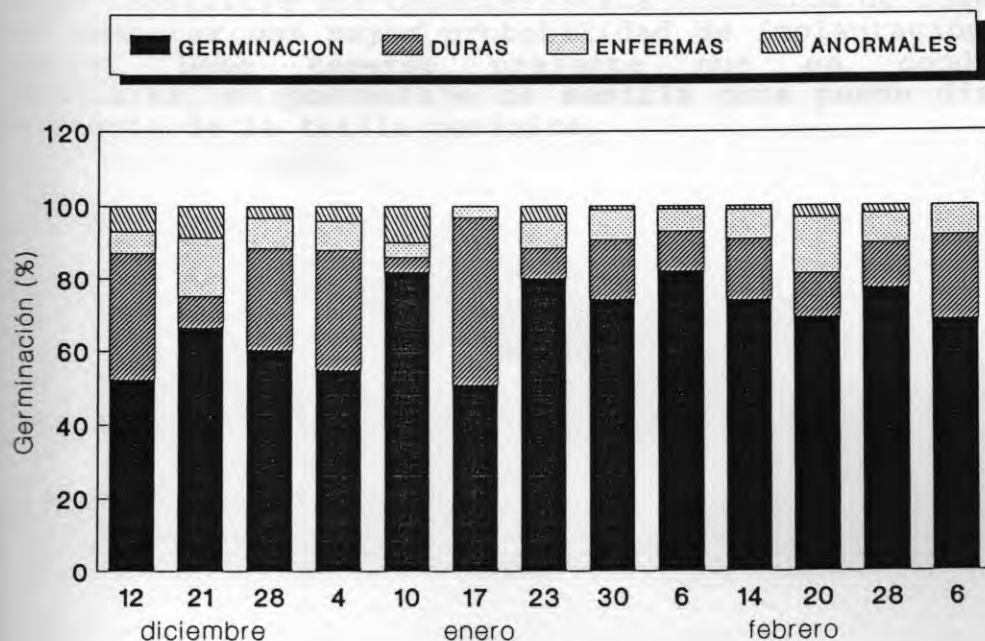


Figura 8. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales durante el período reproductivo de Lotus Maku. INIA, La Estanzuela, 1995.

En los momentos de cosecha que se produjeron los máximos rendimientos de semilla limpia 17/1 y 23/1, los porcentajes de germinación total fueron de 97 y 89 % respectivamente, lo que indica que la semilla ya había alcanzado la madurez fisiológica.

Si tenemos en cuenta los kg de semilla germinables, el valor máximo 332 kg se alcanzó el 17/1.

A pesar de que se realizó una escarificación manual de la semilla se obtuvieron altos porcentajes de semillas duras, concordando con los reportados para esta especie (Hare y Bolston, 1985).

La característica de presentar altos porcentajes de semillas duras puede considerarse como un atributo en condiciones de mejoramientos extensivos. En estos la posibilidad de tener flujos de germinación escalonados en el tiempo constituye una característica ecológica de relevancia para asegurar una mayor probabilidad de implantación de la especie. Debe tenerse presente que en condiciones comerciales, el porcentaje de semilla dura puede disminuir por efecto de la trilla mecánica.

CONCLUSIONES

La evolución de la semillazón del cultivo presentó rendimientos máximos de semilla (342 kg/ha) el 17 de enero, con una tendencia a producir un segundo pico de rendimiento de menor potencial (220 kg/ha) hacia fines de febrero.

El cultivo mantuvo rendimientos de semilla superiores a los 200 kg/ha durante un período de 23 días, aspecto de real importancia práctica.

El mayor rendimiento, se registró con un porcentaje de vainas maduras de 58 % y de vainas abiertas de 3.5 %.

La dehiscencia de vainas se mantuvo relativamente baja con valores que variaron entre 3.5 y 29.5 %, a excepción de la cosecha, del 20/2.

El peso de mil semillas alcanzó los valores promedio reportados para la especie, a partir del 10 de enero.

Los porcentajes de germinación, en términos generales fueron altos (más del 85 %), siendo en el momento de máximo rendimiento de 97 %.

RESUMEN

Se estudió la evolución de la semillazón en *Lotus pedunculatus* cv Maku durante el período comprendido entre el 12 de diciembre y el 6 de marzo. El rendimiento máximo (342 kg/ha) de semilla se registró el 17 de enero, produciéndose un segundo pico de menor potencial en la segunda quincena de febrero. El cultivo mantuvo un alto número de flores hacia fines de diciembre principios de enero, lo cual indica una elevada capacidad de producción de las mismas. El número total de vainas presentó valores máximos en los momentos de cosecha correspondientes al 4/1, 10/1, y 17/1, mientras que en el resto de las cosechas se registraron valores menores. El número de vainas inmaduras presentó el máximo (212 vainas/10 tallos) el 10/1, descendiendo en las sucesivas cosechas. Paralelamente el número de vainas maduras fue aumentando hasta que se produce un máximo (143 vainas/10 tallos) el 17/1, coincidiendo con el máximo rendimiento registrado. A partir del 17/1 las vainas abiertas comienzan a aumentar a una tasa promedio de 0.9 vainas/10 tallos/día hasta el 6/2, acompañando el descenso en el rendimiento de semilla. La dehiscencia máxima (80 vainas/10 tallos) se registró el 20/2. El máximo rendimiento se produjo cuando el porcentaje de vainas maduras era de 58 % y el porcentaje de vainas abiertas 3.5 %. El porcentaje de vainas maduras presentó un segundo pico el 28/2. El peso de mil semillas osciló entre 0.73 y 0.76 g. a excepción de las primeras fechas de muestreo. El porcentaje de germinación en el momento de máximo rendimiento fue de 97 %.

SUMMARY

Seeding evolution of *Lotus pedunculatus* cv Maku was studied during the period between December 12th and March 6th. The maximum yield (342 kg/ha) was registered the 17th of January, with a second peak of lower potential in the second fortnight of February. The crop maintained a high number of flowers between the end of December and the first weeks of January, showing high capacity of production. The total number of pods presented maximum values in the harvests of the 4/1, 10/1 and 17/1, while in the rest of the harvests the registered were smaller. The immature pods presented the maximum the 10/1 (212 pods/10 stems), descending in the following. Mature pods were also increasing till they reached a maximum (143 pods/10 stems) the 17/1, coinciding with the maximum yield registered. From the 17/1 onwards the open pods began to increase at an average rate of 0.9 pods/10 stems/day till the 6/2, following by the decrease in the seed yield. The maximum yield was produced when the percent of mature pods was of 58 % and there was a 3.5 % of open pods. Mature pods presented a second peak on the 28/2. The thousand seed weight oscillated between 0.73 and 0.76 g., except in the first harvests. The germination rate in the harvest of maximum yield was of 97 %.

5. EXPERIMENTO 2

5.1. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1.1. Rendimiento de semilla limpia

Se evaluó la evolución del rendimiento de semilla limpia en el período comprendido entre el 27 de diciembre y el 23 de enero (Figura 9). Los rendimientos de semilla aumentaron sostenidamente a una tasa promedio de 13.6 kg de semilla/día hasta el 9 de enero, donde se produjo el máximo, acumulándose 206 kg/ha.

Entre esta última fecha y la siguiente evaluación, 16 de enero los rendimientos disminuyeron de 206 a 94 kg/ha, representando una disminución promedio de 16 kg de semilla/día.

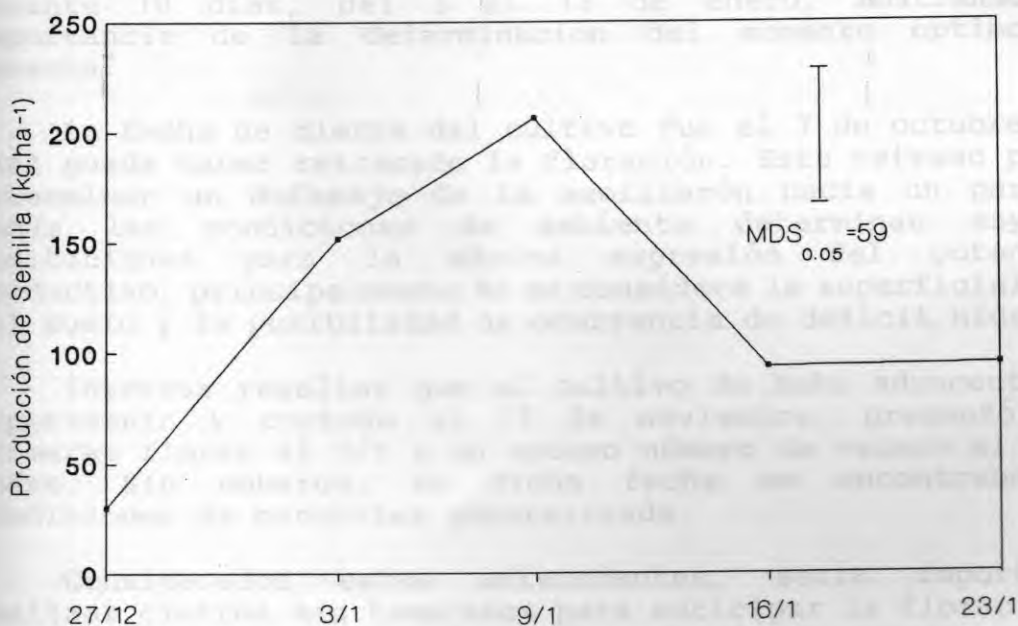


Figura 9. Evolución del rendimiento de semilla durante el período reproductivo de Lotus Maku. SUL, Cerro Colorado, 1995.

No obstante, no existieron diferencias significativas entre el momento de máximo rendimiento y la evaluación previa, 3 de enero, se constató una tendencia a producirse mayores rendimientos (52 kg más) el 9 de enero, lo cual desde el punto de vista agronómico podría ser de importancia económica, dado el alto precio de la semilla.

Es importante señalar que el 29 de enero el cultivo estaba totalmente marchito y sin semilla, comenzando a rebrotar a partir de rizomas y estolones.

Los menores rendimientos obtenidos con respecto a los que menciona la bibliografía (Hare, 1985; Lancashire *et al.*, 1980) pueden deberse (entre otros factores) a la ausencia de insectos polinizadores, puesto que el Lotus Maku al igual que otras leguminosas es de polinización cruzada y por lo tanto los mismos son fundamentales si se quieren obtener altos rendimientos (Carámbula, 1981; Lancashire *et al.*, 1980).

El cultivo mantuvo rendimientos superiores a los 150 kg durante 10 días, del 3 al 13 de enero, mostrando la importancia de la determinación del momento óptimo de cosecha.

La fecha de cierre del cultivo fue el 7 de octubre, lo cual puede haber retrasado la floración. Este retraso puede determinar un defasaje de la semillazón hacia un período donde las condiciones de ambiente determinan mayores limitaciones para la máxima expresión del potencial productivo, principalmente si se considera la superficialidad del suelo y la posibilidad de ocurrencia de déficit hídrico.

Interesa resaltar que el cultivo de Maku adyacente al experimento y cortado el 17 de noviembre, presentó las primeras flores el 3/1 y un escaso número de vainas el 9 de enero. Sin embargo, en dicha fecha se encontraba en condiciones de marchitez generalizada.

Considerados estos antecedentes, sería importante realizar cierres más tempranos para anticipar la floración y posibilitar un período más prolongado de desarrollo y así obtener mayores rendimientos.

Otro aspecto a considerar es la edad del cultivo. Este, estaba en su cuarto año, lo cual seguramente determina que el potencial de producción sea inferior a aquellos semilleros de

1^{er} y 2^{do} año, dado que la alta densidad de plantas determina efectos de competencia intraespecífica muy importantes provocando una disminución de los rendimientos de semilla (Hare, 1984).

5.1.2. Evolución de los diferentes tipos de vainas

Los resultados del análisis de varianza para el número de vainas totales indican que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las fechas de muestreo, a excepción de la 1^{era} recolección 27/12 la cual produjo significativamente menos semilla que las restantes (Cuadro 3).

El menor número de vainas totales al 27/12 se debe a que el cultivo aun presentaba un alto número de flores, promedialmente 69 flores/10 tallos.

La evolución de los diferentes tipos de vainas permite inferir que a medida que las vainas inmaduras progresan en su evolución a maduras, estas últimas presentan dentro de la categoría indicada, un rango de variación tal que determina que una fracción de las mismas culminen el proceso de maduración y comiencen a abrirse, tal como se observa en el número de vainas abiertas.

El primer registro de vainas inmaduras (27/12) fue alto (130 vainas/10 tallos), en tanto el máximo alcanzado (3/1) fue de (168 vainas/10 tallos). Esto nos permite inferir que al comienzo de las evaluaciones el cultivo ya estaba próximo al potencial.

Posteriorerriormente a dicho pico y hasta el 16 de enero se produjo un acelerado descenso de las vainas inmaduras, a una tasa promedio de 10 vainas/10 tallos por día, no registrándose esta tipo de vainas en la última evaluación. Este marcado descenso se origina como consecuencia de los procesos de maduración de estas vainas y por un cese o disminución en la tasa de formación de flores y/o vainas maduras.

El 3 de enero se registraron 30 vainas maduras/10 tallos alcanzando el máximo (97 vainas/10 tallos) el 16 del mismo mes, para posteriormente descender a 53.

Cuadro 3. Evolución del número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. SUL, Cerro Colorado, 1995.

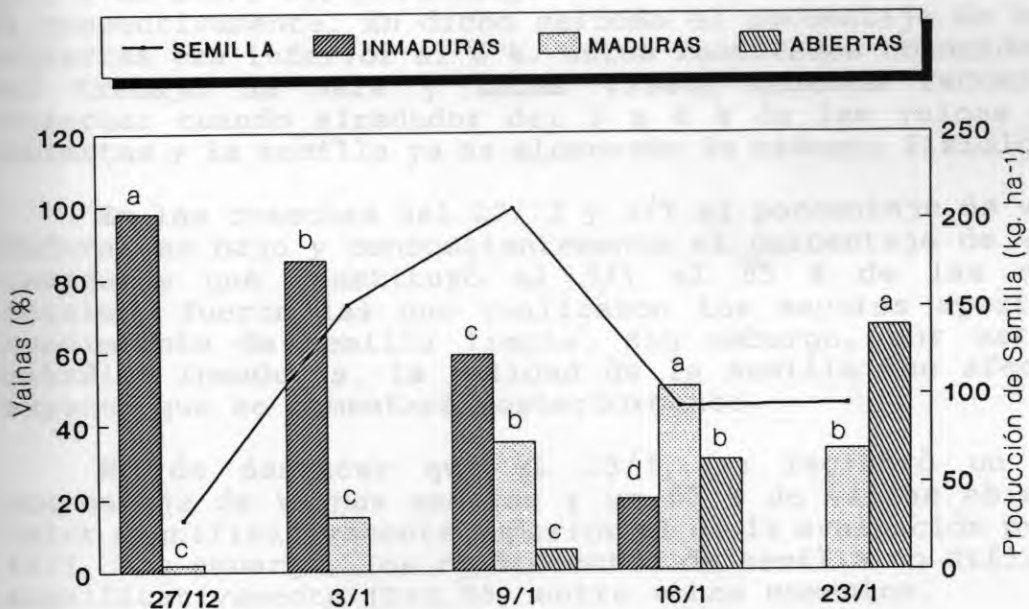
Fecha de muestreo	VAIT	NVI (vainas/10 tallos)	NVM	NVA
27/12	132	130	2	
3/1	198	168	30	
9/1	184	112	62	10
16/1	193	37	97	59
23/1	161		53	108
MDS 5 %	38	39	26	34

En un estudio realizado en Nueva Zelanda se determinó que en un año cálido y seco, solamente se obtuvieron rendimientos cosechables en aquellas situaciones donde el cultivo no fue cortado en la primavera, mientras en aquella que el cierre fue posterior al 12 de noviembre, apenas se produjo semilla (Hare, 1985).

Una situación similar fue constatada por Formoso (com. pers.), en la región este donde un semillero de primer año no llegó a producir semilla, debido a que se marchitó totalmente.

El máximo número de vainas abiertas se registró en la última fecha de muestreo 23/1. Al igual que los demás tipos de vainas, las abiertas se desarrollaron a una tasa acelerada, 7 vainas/10 tallos/día, constatándose por primera vez el 9/1.

En la figura 10 se observa la evolución de la composición porcentual de los distintos tipos de vainas, conjuntamente con los rendimientos de semilla limpia obtenidos.



Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 10. Evolución del rendimiento de semilla y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. SUL, Cerro Colorado, 1995.

El cultivo fue madurando progresivamente en el transcurso del tiempo (Figura 10).

El porcentaje de vainas inmaduras disminuyó linealmente con el tiempo, desde un máximo, 98 %, al comienzo del período, 27 de diciembre, hasta el 23 de enero donde el cultivo ya no presentaba vainas inmaduras.

Paralelamente a la disminución del porcentaje de vainas inmaduras se produjo un aumento del porcentaje de vainas maduras, registrándose el máximo (50 %) el 16 de enero para posteriormente descender. La disminución del porcentaje de vainas maduras a partir del momento de máximo rendimiento de semillas (9/1) se explica porque a partir del mismo cobra importancia la dehiscencia de las vainas maduras. Tal aspecto se visualizó por los aumentos en el número de vainas abiertas registrados a partir del 9/1.

Los rendimientos de semillas más altos se produjeron el 9 y 3 de enero con porcentajes de vainas maduras del 35 y 15 % respectivamente. En dicho período el porcentaje de vainas abiertas era inferior al 6 %. Estos resultados coinciden con el trabajo de Hare y Lucas (1984) quienes recomiendan cosechar cuando alrededor del 3 a 4 % de las vainas están abiertas y la semilla ya ha alcanzado la madurez fisiológica.

En las cosechas del 27/12 y 3/1 el porcentaje de vainas maduras es bajo y concomitantemente el porcentaje de vainas inmaduras que constituyó al 3/1 el 85 % de las vainas totales, fueron las que realizaron los mayores aportes al rendimiento de semilla limpia. Sin embargo, por estar en estadios inmaduros, la calidad de la semilla fue afectada, aspecto que se comentará posteriormente.

Es de destacar que el 23/1, se registró un menor porcentaje de vainas maduras y un 67 % de vainas abiertas, valor significativamente superior al de la evaluación previa, 16/1, sin embargo, los rendimientos de semilla no difirieron significativamente ($P > 0.05$) entre ambos momentos.

5.1.3. Calidad de semilla

5.1.3.1 Peso de 1000 semillas

El peso de mil semillas constituye una medida estándar para definir el tamaño de la semilla (Charlton, 1989), siendo una guía del grado de madurez del cultivo que reviste especial importancia por su incidencia en la calidad de semilla.

En la figura 11 se ilustran los cambios que se producen en el peso de mil semillas para las distintas fechas de muestreo.

Esta variable presentó un mínimo, 0.58 g., en la primer fecha de muestreo, 27/12 y alcanzó un valor máximo de 0.70 g. el 16/1, para luego descender.

Los pesos de mil semillas registrados el 3 y 9 de enero, momentos de máximos rendimientos de semillas fueron de 0.64 y 0.65 g. respectivamente.

Los datos registrados no se presentan como limitantes, puesto que coinciden con los menores valores reportados por

la bibliografía (Hill y Witchwoot, 1990; Hare y Lucas, 1984). La importancia agronómica del peso de mil semillas radica en su alta correlación con el peso seco de la plántula (Beuselinck y McGraw, 1983) del cual depende ésta para su sobrevivencia.

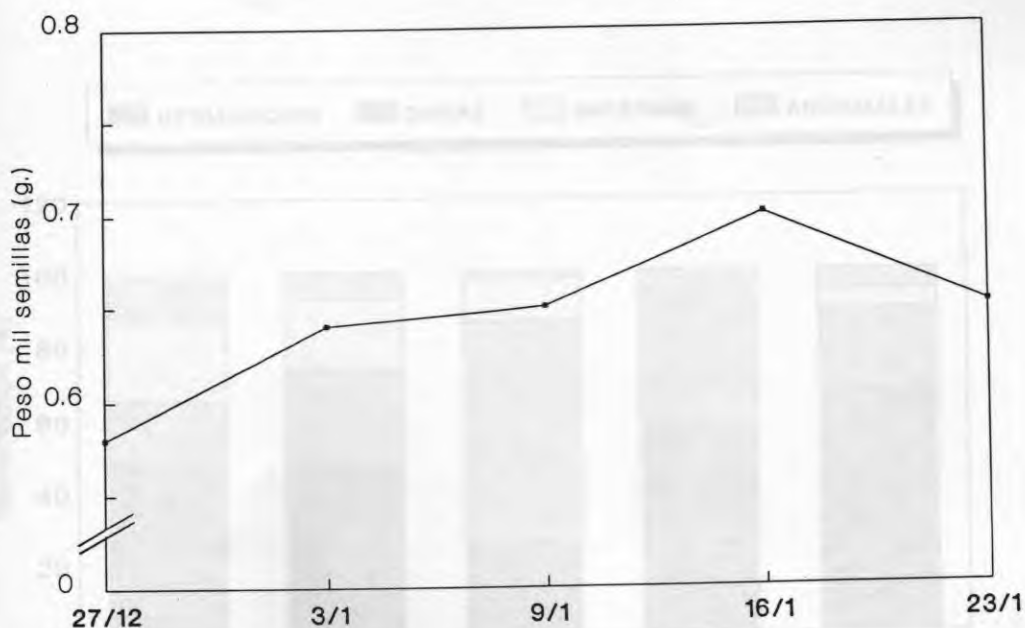


Figura 11. Evolución del peso de mil semillas durante el período reproductivo de Lotus Maku. SUL, Cerro Colorado, 1995.

5.1.3.2. Porcentaje de germinación

La capacidad de germinación es un factor básico en la calidad de la semilla.

En la figura 12 se ilustran los cambios que se producen en los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales para las distintas fechas de muestreo.

Los porcentajes de germinación total aumentaron sostenidamente hasta el 16 de enero (93 %), para luego tener un leve descenso (89 %).

Los porcentajes de semillas duras aumentaron hasta el 9 de enero donde se registró el valor más alto, 60 %. Estos resultados indicarían que el porcentaje de semillas duras en esta variedad es elevado. En Australia se determinaron similares porcentajes de semillas duras (Blumenthal *et al.*, 1993).

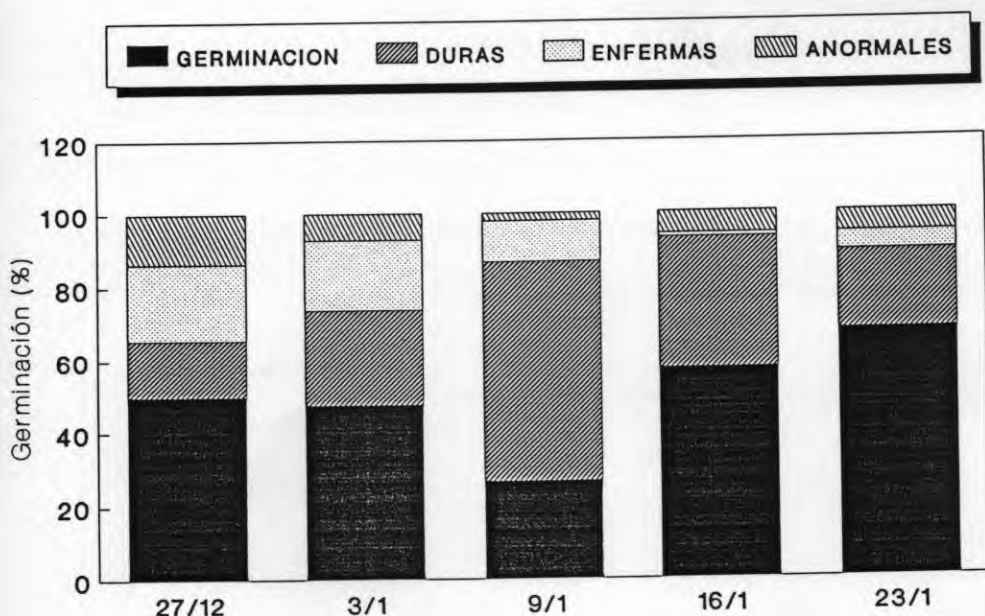


Figura 12. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales. SUL, Cerro Colorado, 1995.

La característica de presentar un alto porcentaje de semillas duras puede considerarse como ventajosa en aquellos casos que se plantee utilizar la semilla para realizar mejoramientos extensivos, dado que permite una cierta adaptación a situaciones de estrés como: escasez de humedad y temperaturas fuera del rango óptimo (Risso, 1991).

Como se mencionara anteriormente el 3 y 9 de enero se produjeron los máximos rendimientos de semilla limpia. Sin embargo, la calidad de la semilla fue inferior el 3 de enero con relación al momento siguiente. Los pesos de mil semillas y porcentajes de germinación total, fueron 0.64 g. y 74 % y 0.65 g. y 87 % para el 3/1 y 9/1 respectivamente. El alto

porcentaje de vainas inmaduras registrado el 3 de enero, indica que probablemente parte de la semilla no había alcanzado aún la madurez fisiológica.

Considerando los kg de semilla germinables, el mayor valor, 179.2 kg, correspondió al 9 de enero.

CONCLUSIONES

La evolución de la semillazón del cultivo presentó rendimientos máximos de semilla (206 kg/ha) el 9 de enero.

El cultivo mantuvo rendimientos de semilla superiores a los 150 kg/ha durante 10 días, del 3 al 13 de enero.

El mayor rendimiento (206 kg/ha) se registró con un porcentaje de vainas maduras de 35 % y de vainas abiertas inferior al 6 %.

El peso de mil semillas se situó en 0.65 g., valor menor al reportado por la bibliografía.

Los porcentajes de germinación en las primeras recolecciones fueron bajos (74 %), mientras a partir del momento de máximo rendimiento los valores fueron superiores al 87 %.

Se constató un alto porcentaje de semillas duras, llegando a valores del 60 %.

RESUMEN

Se estudió la evolución de la semillazón de *Lotus pedunculatus* cv Maku durante el período comprendido entre el 27 de diciembre y el 23 de enero. El rendimiento máximo de semilla, 206 kg/ha, se registró el 9 de enero. Exceptuando la 1^{er} recolección del 27/12, en los siguientes momentos de cosecha el número total de vainas no se diferenció significativamente, acumulándose un valor máximo de 198 en 10 tallos. El primer registro de vainas inmaduras (27/12) fue alto (130 vainas/10 tallos), en tanto, el máximo alcanzado (3/1) fue de (168 vainas/10 tallos). El 3 de enero se registraron 30 vainas maduras c/10 tallos alcanzando el máximo (97 vainas/10 tallos) el 16 del mismo mes. A partir del 9/1 las vainas abiertas comienzan a aumentar alcanzándose la dehiscencia máxima (108 vainas/10 tallos) el 23 de enero. El máximo rendimiento se produjo cuando el porcentaje de vainas maduras era de 35 % y el porcentaje de vainas abiertas 5.8 %. El peso de mil semillas osciló entre 0.58 y 0.70 g. En las primeras cosechas el porcentaje de germinación fue inferior al 75 %, mientras en el momento de máximo rendimiento fue de 87 %.

6 SUMMARY

Seeding evolution of *Lotus pedunculatus* cv Maku was studied during the period between December 27th and January 23rd. The maximum yield (206 kg/ha) was registered the 9th of January. With the exception of the first recollection of 27/12 on the following moments of harvest there was no significant difference in the total number of pods, reaching a maximum of 198 pods/10 stems. This smaller number of pods it's because of the crop still had a high number of pods, on average of 69 flowers/10 stems. The first data of immature pods (27/12) was high (130 pods/10 stems), while the maximum reached was of 168 pods/10 stems, the 3/1. The 3rd of January was registered 30 mature pods/10 stems getting to the maximum (97 pods/10 stems) the 16th of the same month. As from the 9/1 the open pods start to rise reaching the maximum dehiscence (108 pods/10 stems) on the 23rd of January. When the yield was at it's maximum there were 35 % of mature pods and 3.5 of open pods. The thousand seed weight oscillated between 0.58 and 0.70 g.. In the first harvests the germination rate was less than 75 %, while in the maximum yield harvest it was of 87 %.



FIGURE 15 - Evolution of seed yield and pod characteristics in the maximum yield harvest of *Lotus pedunculatus* cv Maku during the period between December 27th and January 23rd 1991.

6. EXPERIMENTO 3

6.1. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1.1. Rendimiento de semilla limpia

La evolución de los rendimientos se presenta en la figura 13. Como se observa en la misma, en las etapas iniciales desde el 27/12 hasta el 9/1 el cultivo se caracterizó por tener un leve incremento de los rendimientos, a una tasa promedio de 3.5 kg de semilla/día. Posteriormente el cultivo aumenta rápidamente a una tasa promedio de 17 kg de semilla/día hasta alcanzar un máximo, que se produce en la cosecha del 16 de enero, acumulándose 187 kg/ha.

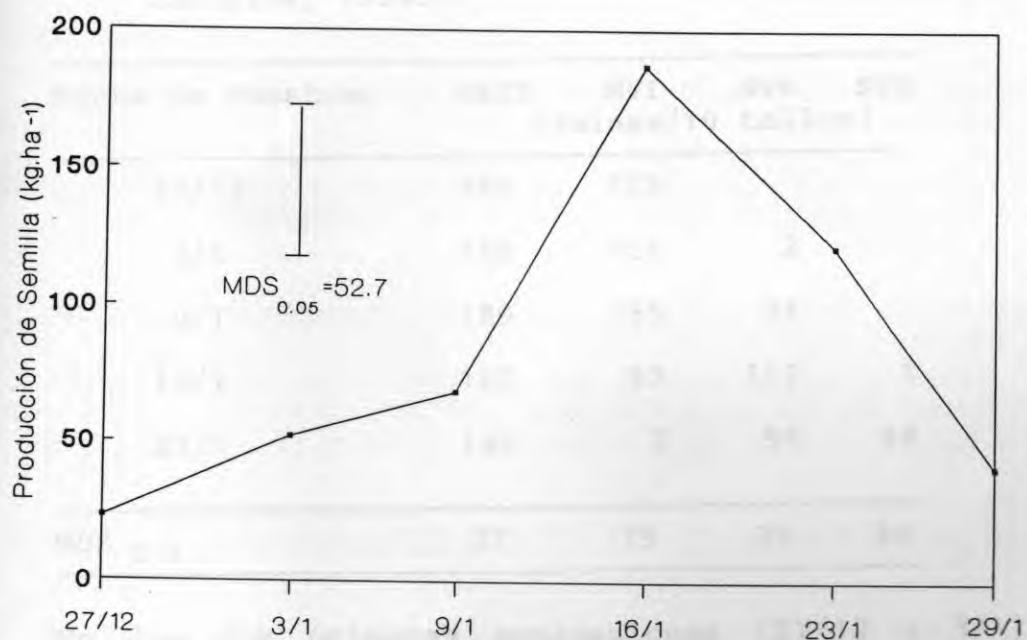


Figura 13. Evolución del rendimiento de semilla durante el período reproductivo de Lotus Maku. UTU, La Carolina, 1995.

Luego de alcanzado el máximo rendimiento de semilla se produjo un marcado descenso de los mismos, llegando a 41 kg/ha en la última evaluación realizada.

Es importante destacar que el cultivo mantuvo rendimientos de semilla superiores a los 100 kg/ha durante 13 días, del 11 al 24 de enero.

6.1.2. Evolución de los diferentes tipo de vainas

El número de vainas totales (Cuadro 4) alcanzó el máximo (189 vainas/10 tallos) el 9 de enero, no difiriendo significativamente ($P>0.05$) de las restantes fechas de muestreo, a excepción de la 1^{er} evaluación donde se registró el mínimo, 105.

Cuadro 4. Evolución del número de vainas totales, inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. UTU, La Carolina, 1995.

Fecha de muestreo	VAIT	NVI (vainas/10 tallos)	NVM	NVA
27/12	105	105		
3/1	158	156	2	
9/1	189	165	24	
16/1	180	67	112	1
23/1	140	2	94	44
MDS 5 %	37	39	26	34

En las dos primeras evaluaciones (27/12 y 3/1) se realizaron mediciones del número de flores, registrándose 109 flores/10 tallos en la primera y un marcado descenso en la siguiente (41 flores/10 tallos).

Este marcado descenso del número de flores se reflejó en los aumentos registrados en el número de vainas inmaduras, alcanzándose el máximo (165 vainas inmaduras/10 tallos) el 9 de enero, produciéndose un notable descenso de las mismas hacia el final del período bajo estudio.

En la medida que las vainas inmaduras van madurando se constataron incrementos en el número de vainas maduras, las cuales alcanzaron el máximo (112 vainas maduras/10 tallos) el 16 de enero.

En la medida que se va alcanzando el máximo número de vainas maduras se comienza a producir la dehiscencia de parte de las mismas, registrándose 1 vaina abierta/10 tallos el 16 de enero, produciéndose el máximo (44 vainas abiertas/10 tallos) en la siguiente evaluación, 23 de enero.

En la figura 14 se observa la evolución porcentual de los diferentes tipos de vainas, conjuntamente con los rendimientos de semilla limpia obtenidos.

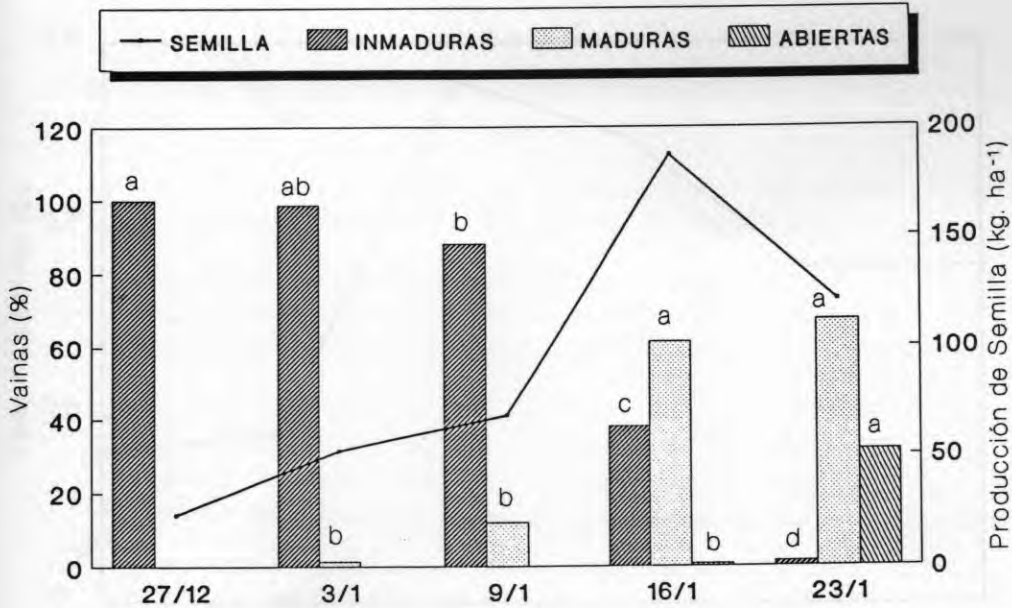
Al comienzo del período evaluado se produjo el máximo porcentaje de vainas inmaduras, las cuales van descendiendo en las sucesivas cosechas.

En la evolución de la semillazón se destacó por su alto rendimiento (187 kg/ha) la cosecha del 16 de enero, colectándose en la siguiente evaluación 121 kg/ha. Dichas cosechas no difieren ($P > 0.05$) en el número y porcentaje de vainas maduras, a pesar de lo cual hay una tendencia a un mayor número de vainas maduras el 16 de enero (Cuadro 4).

El mayor rendimiento de semillas obtenido el 16 de enero comparativamente al 23 del mismo mes, se explica también por mayor número de vainas inmaduras contribuyendo al rendimiento de semillas registrado el 16 de enero y al hecho de que el 23/1 se registró un elevado porcentaje de vainas abiertas.

El rendimiento máximo en esta situación se obtuvo con un porcentaje de vainas maduras de 61 % y de vainas abiertas de 0.7 %.

Estos resultados denotan un comportamiento similar al evidenciado por Lancashire et al. (1980), quienes sugieren cortar el cultivo para realizar la cosecha cuando el 70 a 80 % de las vainas se tornan marrón, también coinciden con la recomendación de Hare y Lucas (1984) que sostienen que se debe cortar el cultivo cuando se ha producido un 3 a 4 % de dehiscencia de las vainas.



Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 14. Evolución del rendimiento de semilla y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas durante el período reproductivo de Lotus Maku. UTU, La Carolina, 1995.

6.1.3. Calidad de semilla

6.1.3.1. Peso de 1000 semillas

Sin poder establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos, los pesos de mil semillas presentaron valores mínimos (0.58 y 0.59 g.) en las dos primeras evaluaciones (Figura 15).

Posteriormente se produjo el máximo (0.78 g.) el 9 de enero, para luego descender en las sucesivas cosechas.

Los valores registrados coinciden con los reportados por diversos autores (Hare y Lucas, 1984).

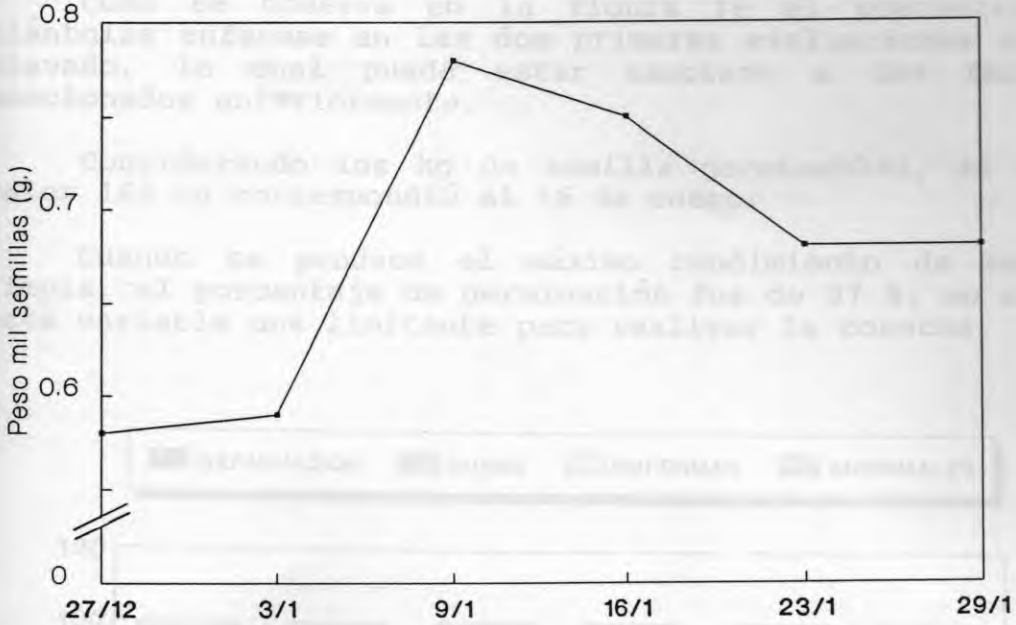


Figura 15. Evolución del peso de mil semillas durante el período reproductivo de Lotus Maku. UTU, La Carolina, 1995.

6.1.3.2. Porcentaje de germinación

La germinación es uno de los factores que determina la calidad de la semilla y es marcadamente influida por el estado de madurez de la misma.

En la figura 16 se ilustran los cambios que se producen en los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.

Los porcentajes de germinación total en las primeras cosechas (27/12 y 3/1) son bajos (63 y 50 %). Estos son una consecuencia de la inmadurez de la semilla, originada por los altos porcentajes de vainas inmaduras, 100 y 98 % respectivamente. Las semillas contenidas dentro de estas vainas tienen un elevado porcentaje de humedad y probablemente no hayan alcanzado el estado de madurez

fisiológica . Esto determina el arrugamiento de la misma durante el secado y menores porcentajes de germinación.

Como se observa en la figura 16 el porcentaje de plántulas enfermas en las dos primeras evaluaciones es muy elevado, lo cual puede estar asociado a los factores mencionados anteriormente.

Considerando los kg de semilla germinables, el mayor valor 163 kg correspondió al 16 de enero.

Cuando se produce el máximo rendimiento de semilla limpia, el porcentaje de germinación fue de 87 %, no siendo esta variable una limitante para realizar la cosecha.

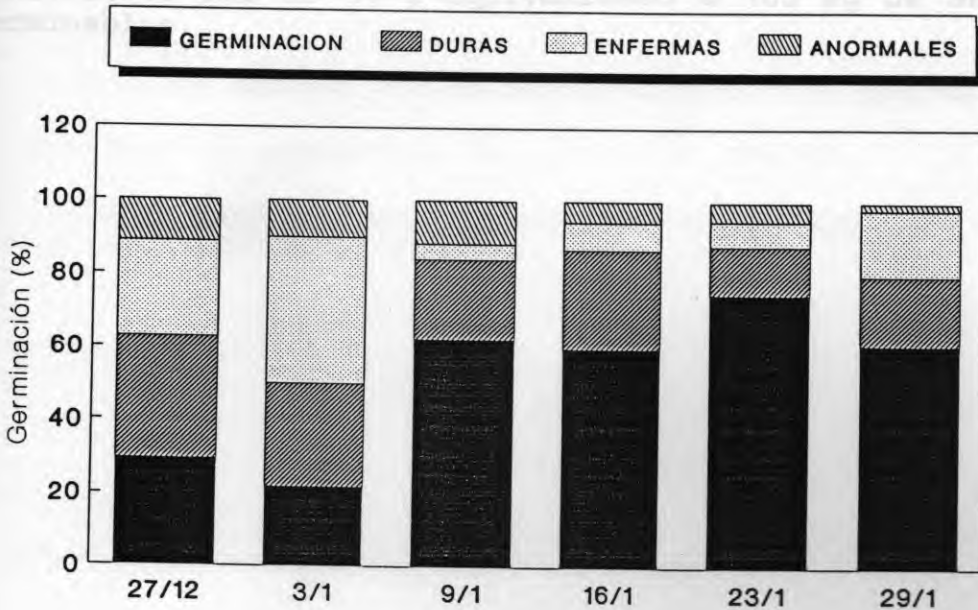


Figura 16. Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales durante el período reproductivo de Lotus Maku. UTU, La Carolina, 1995.

CONCLUSIONES

La evolución de la semillazón del cultivo presentó rendimientos máximos de semilla (187 kg/ha) el 16 de enero.

El cultivo mantuvo rendimientos de semilla superiores a los 100 kg/ha durante 13 días, del 11 al 24 de enero.

El mayor rendimiento (187 kg/ha) se registró con un porcentaje de vainas maduras de 61 % y de vainas abiertas de 0.7 %.

El peso de mil semillas alcanzó los valores promedios reportados para la especie a partir del 7 de enero.

El porcentaje de germinación en el momento de máximo rendimiento fue de 87 % equivaliendo a 163 kg de semillas germinables.

RESUMEN

Se estudió la evolución de la semillazón en *Lotus pedunculatus* cv Maku durante el período comprendido entre el 27 de diciembre y el 29 de enero. El rendimiento máximo (187 kg/ha) de semilla se registró el 16 de enero. El número total de vainas alcanzó el máximo (189 vainas/10 tallos) el 9 de enero, difiriendo significativamente solo de la 1^{er} evaluación, 105 vainas /10 tallos. Se realizaron mediciones del número de flores, registrándose 109 flores/10 tallos el 27/12 y 41 flores/10 tallos el 3/1. El descenso del número de flores se reflejó en aumentos de las vainas inmaduras, alcanzándose el máximo (165 vainas inmaduras/10 tallos) el 9 de enero. En la medida que maduran las vainas inmaduras van aumentando las vainas maduras, las cuales alcanzaron el máximo (112 vainas maduras/10 tallos) el 16 de enero. El máximo número de vainas abiertas se registró el 23 de enero (44 vainas /10 tallos). El máximo rendimiento se obtuvo cuando el porcentaje de vainas maduras era de 63 % y el porcentaje de vainas abiertas de 0.7 %. El peso de mil semillas presentó valores mínimos (0.58 y 0.59 g.) en las dos primeras evaluaciones, alcanzando el máximo (0.78 g.) el 9 de enero. En las primeras cosechas el porcentaje de germinación fue inferior al 65 %, mientras en el momento de máximo rendimiento fue de 87 %.

SUMMARY

Seeding evolution of *Lotus pedunculatus* cv Maku was studied during the period between December 27th and January 29th. The maximum yield (187 kg/ha) was registered the 16th of January. The total number of pod presented it's maximum value (189 pods/10 stems) the 9th of January, differing significantly only from the first evaluation, 105 pods/10 stems. The number of flowers was evaluated and there were registered 109 flowers/10 stems the 27/12 and 41 flowers/10 stems the 3/1. The disminution of the number of flowers was shown in the increasing number of immature pods, reaching the maximum (165 pods/10 stems) the 9th of January. While the immature pods ripe started to increase the mature pods, reached to the maximum (113 pods/10 stems) the 16th of January. The maximum number of open pods was registered the 23rd of January (44 pods/10 stems). When the yield was maximum there were 63 % of mature pods and 0.7 % of open pods. The thousand seed weight presented minimum values (0.58 and 0.59 g.) in the first two evaluations, reaching the maximum (0.78 g.) the 9th of January. In the first harvests the germination rate was less than 65 %, while in the maximum yield harvest it was of 87 %.

Fecha de Evaluación	Yield (kg/ha)	Total pods (pods/10 stems)	Flowers (flowers/10 stems)	Immature pods (pods/10 stems)	Mature pods (pods/10 stems)	Open pods (pods/10 stems)	Thousand seed weight (g)	Germination rate (%)
12/27	215	105	109	105	0	0	0.58	65
1/3	240	110	41	105	5	0	0.59	65
1/16	187	189	0	165	24	0	0.78	87
1/23	180	180	0	165	15	0	0.78	87
1/29	180	180	0	165	15	4	0.78	87

7. EXPERIMENTO 4

7.1. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1.1. Rendimiento de semilla

El análisis de varianza indicó una interacción altamente significativa entre fechas de cierre y momentos de cosecha. Este resultado señala que el momento óptimo de cosecha varía con la fecha de cierre (Cuadro 5).

En la medida en que se retrasa la fecha de cierre, también se atrasa el momento óptimo de cosecha. Es así, que a pesar de que en los cierres no se diferencie como el óptimo un solo momento de cosecha, se observa una pequeña tendencia a producirse mayores rendimientos el 12/1 para el cierre del 29/9, 26/1 para los cierres del 1/11 y sin corte en primavera y 14/2 para el cierre del 22/11 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimientos de semilla (kg/ha). INIA, La Estanzuela, 1995.

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre			
	S/C	29/9	1/11	22/11
12/1	215 a B	302 a A	212 ab B	74 b C
26/1	226 a A	256 a A	243 a A	183 a A
14/2	196 a A	231 b A	227 ab A	248 a A
20/2	165 a AB	131 cB	154 b AB	213 a A
28/2	148 a A	167 bcA	162 ab A	215 a A

Nota: Las letras minúsculas comparan dentro de fecha de cierre y las letras mayúsculas comparan dentro de momentos de cosecha.

Los rendimientos obtenidos muestran que no se destacó por rendimiento superior ninguno de los rendimientos máximos obtenidos para cada fecha de cierre. No obstante, el cierre del 29/9 rindió 54 kg más que el mas próximo (22/11) y 76 kg más que el mas apartado (S/C).

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Hare (1985) quien no obtuvo diferencias significativas entre fechas de cierre. Sin embargo dicho autor, también constató tendencias a mayores rendimientos en los cierres tempranos, cosechándose 399, 411 y 259 kg/ha para fechas de cierre del 29/9, 20/10 y 11/11 respectivamente, mientras en un año seco y caluroso obtuvo diferencias ($P < 0.01$) entre las fechas de cierre, donde los cierres posteriores al 20 de octubre rindieron menos de 70 kg/ha.

En consecuencia, la producción de semilla de Lotus Maku es muy susceptible a condiciones de déficit hídrico, factor que deberá tenerse en cuenta a la hora de la toma de decisiones referentes al manejo del cultivo.

Los resultados obtenidos en el experimento 2 (Cerro Colorado, Florida) remarcan esta observación. En este experimento el rendimiento máximo (9 de enero) fue de 206 kg/ha de semilla, para posteriormente secarse rápidamente el cultivo y disminuir los rendimientos a la mitad, siete días después, marchitándose totalmente y sin semilla el 29/1.

Asimismo, en el experimento 3 (Ismael Cortinas, Flores), aún no secándose el cultivo, el rendimiento más alto (16 de enero) fue de 180 kg/ha y disminuyó a 40 kg/ha quince días después a consecuencia de condiciones de stress hídrico.

En el presente experimento el cierre del 22/11 rindió menos inicialmente, registrándose los máximos rendimientos de semilla en los últimos momentos de cosecha (Cuadro 5).

Retrasos en la fecha de cierre determinaron retrasos en el momento óptimo de cosecha. Es así, que los cierres 29/9, 1/11 y S/C registraron el máximo a los comienzos del período de evaluación, mientras en el cierre del 22/11 fue hacia el final. Este último cierre comienza aumentando los rendimientos a una tasa promedio de 5.3 kg de semilla/día hasta alcanzar el máximo el 14 de febrero.

Entre tanto, en el mismo período los otros cierres ya habían alcanzado el máximo y se encontraban en una fase decreciente de los rendimientos, disminuyendo a tasas diarias promedio de 4.4, 3.6 y 2.4 kg de semilla/día para los cierres del 29/9, 1/11 y S/C respectivamente. Las tendencias opuestas mencionadas anteriormente determinan la interacción detectada entre las dos fuentes de variación: fechas de cierre y momentos de cosecha.

En los cierres del 29/9 y 1/11 se insinuó un segundo pico de rendimiento en el último momento de cosecha, en respuesta de una segunda floración de menor intensidad. Esta situación no fue constatada en los cierres 22/11 y S/C, aunque probablemente sea la responsable del mantenimiento de altos rendimientos.

Los días transcurridos desde la fecha de cierre hasta la cosecha de máximo rendimiento indican que el cierre que posibilitó el mayor rendimiento (cierre 29/9) tuvo un período de desarrollo de 106 días (Cuadro 6). En tanto, los cierres más tardíos, del 1/11 y 22/11 presentaron un menor período de desarrollo, siendo de 87 y 85 días respectivamente. A pesar de ello, no se constataron diferencias estadísticas entre los máximos rendimientos obtenidos de cada cierre.

En el caso de los cierres 1/11 y 22/11, a pesar de haber sido cerrados con 21 días de diferencia no variaron en el número de días transcurridos entre la fecha de cierre y la cosecha de máximo rendimiento (Cuadro 6).

Estos aspectos evidencian que el atraso en la fecha de cierre, acelera marcadamente los procesos involucrados en la semillazón.

Cuadro 6. Días desde la fecha de cierre hasta la cosecha de rendimientos máximos, para cada cierre.
INIA, La Estanzuela, 1995.

Cierre	Fecha	Días	(kg/ha)
S/C	26/1	-	226
29/9	12/1	106	302
1/11	26/1	87	243
22/11	14/2	85	248

Cuando analizamos el período entre la fecha de cierre y la cosecha de los rendimientos máximos y se compara con los resultados obtenidos por Hare (1985) en Nueva Zelandia (Canterbury, 43° LS) se observa que el tiempo de desarrollo en aquel país es mayor.

Este autor reportó de 125 a 140 días para el corte del 29/9, mientras en el año seco y caluroso fue de 89 días para el corte del 12/11. Estos resultados explicarían entre otros

factores los mayores rendimientos obtenidos en Canterbury.

El clima mas caluroso de nuestro país puede que este explicando las diferencias con Nueva Zelandia, puesto que en Uruguay la temperatura promedio mensual de noviembre a marzo es de 4.0 a 5.7 °C mas, concordando la cantidad de días en el año seco y caluroso con los resultados obtenidos para los tratamientos que fueron cerrados en noviembre.

La intensidad del último corte es otro aspecto que debe tenerse en cuenta. En Nueva Zelandia, fue determinado que aquellos cultivos que eran cortados a ras de suelo previo al comienzo de la primavera disminuían marcadamente los rendimientos en la medida que se atrasaba el cierre (Hare, 1985).

En tanto, aquellos donde el rastrojo remanente tenía una altura entre 5 y 10 cm no determinaba diferencias significativas en los rendimientos entre las fechas de cierre, situación muy similar a la constatada en nuestras condiciones experimentales. Estas diferencias se deben al lento rebrote del Lotus Maku, el cual es mas acentuado cuanto mayor es la intensidad del corte.

Es muy importante desde el punto de vista agronómico la determinación del período durante el cual el cultivo mantiene altos rendimientos, puesto que condicionará los resultados obtenibles en explotaciones comerciales. A los efectos de realizar dicho cálculo se estableció arbitrariamente un límite inferior de 200 kg/ha.

Los cierres del 29/9 y 1/11 mantuvieron rendimientos superiores a 200 kg/ha durante 35 días, en tanto los cierres del 22/11 y S/C lo hicieron por 32 días.

Las implicancias prácticas de estos resultados son incuestionables, determinando a priori que las expectativas a nivel nacional y en estas condiciones de producción, son buenas.

En el tratamiento sin corte en primavera fue constatada una mayor incidencia de trébol blanco, tanto en las muestras de semilla cosechada y procesada, como también en la apreciación visual de la competencia ejercida en las parcelas. Este efecto de competencia puede haber disminuído los rendimientos de semilla de Maku.

La bibliografía internacional es consistente en cuanto a los lugares donde se debe plantar esta leguminosa, recomendándose donde el cultivo de trébol blanco no produce forraje a niveles aceptables y esta leguminosa (*Lotus Pedunculatus*) tiene rendimientos superiores al mismo.

Además es importante señalar que en aquellos suelos de baja fertilidad donde el trébol blanco puede establecerse pero no produce satisfactoriamente, la pastura mezcla produce menos forraje que el cultivo puro de Lotus Maku, al ser éste más eficiente en la extracción de fósforo (Nordmeyer y Davis, citados por Scott y Lowther, 1980).

7.1.2. Evolución de los diferentes tipos de vainas

En el número de vainas totales se detectó una interacción altamente significativa entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Los resultados obtenidos se reportan en la figura 17 y anexo 1.

En las cuatro fechas de cierre los valores máximos de número de vainas totales se registraron el 12/1, correspondiendo el valor menor ($P < 0.05$) al cierre más tardío (22/11).

Del 12/1 al 26/1 en todas las fechas de cierre se verificaron pérdidas de vainas, desde que el número de vainas totales disminuye, deprimiéndose por esta vía, el potencial de producción de semillas.

Entre el 26/1 y el 14/2 en las fechas de cierre S/C, 1/11 y 22/11 aumentó el número de vainas totales, verificándose el 14/2 un segundo pico de número de vainas totales.

Sin embargo, para el cierre del 29/9 la disminución del número de vainas totales prosigue hasta el 14/2, momento de cosecha a partir del cual comienza a aumentar el número de vainas totales para alcanzar el segundo pico el 20/2.

En el último momento de cosecha, tendencialmente se volvió a verificar una pérdida en el número de vainas totales para las distintas fechas de cierre, exceptuando la del 22/11 que mantuvo el número.

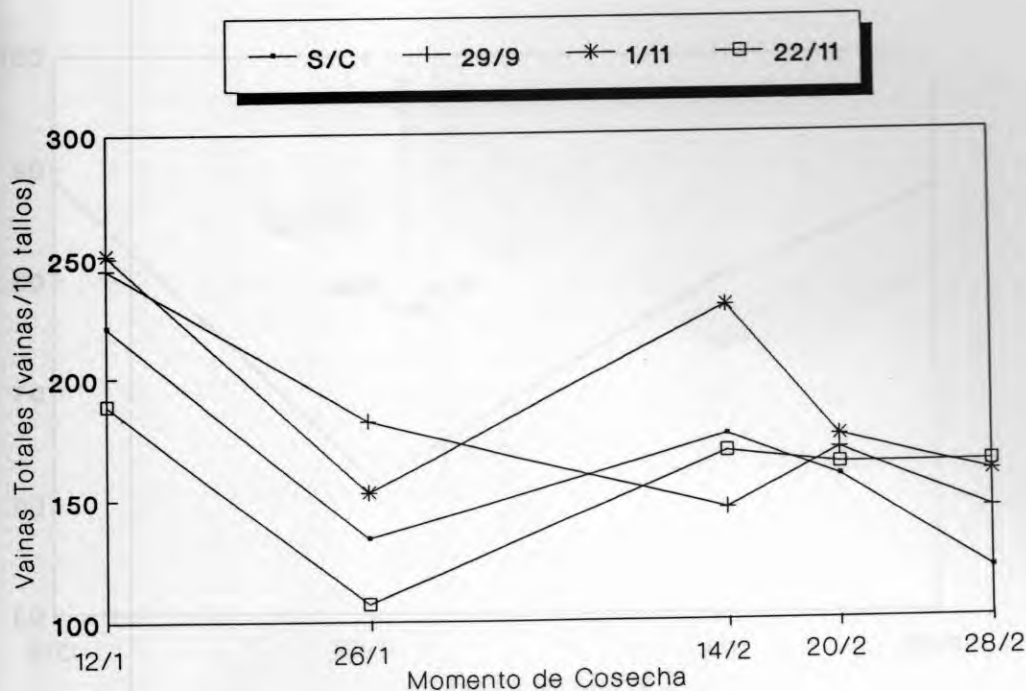


Figura 17. Número de vainas totales para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha. INIA, La Estanzuela, 1995.

Las vainas inmaduras variaron independientemente con las fechas de cierre y con los momentos de cosecha, ambos factores influyeron aditivamente en el número de vainas inmaduras (Figuras 18 y 19).

El número de vainas inmaduras solamente fue deprimido significativamente en el cierre del 29/9, en tanto en los restantes cierres se registraron valores superiores y semejantes entre ellos (Figura 18).

Si bien las fechas de cierre afectaron significativamente el número de vainas inmaduras ($F= 4.6$), los momentos de cosecha fueron los principales determinantes de la variación en el número de vainas inmaduras ($F= 113.2$).

Es así, que el mayor número de vainas inmaduras para todos los cierres se presentó en la cosecha del 12/1 y el menor valor en la cosecha del 28/2. Sin embargo, todos los cierres presentaban vainas inmaduras en el último momento de cosecha.

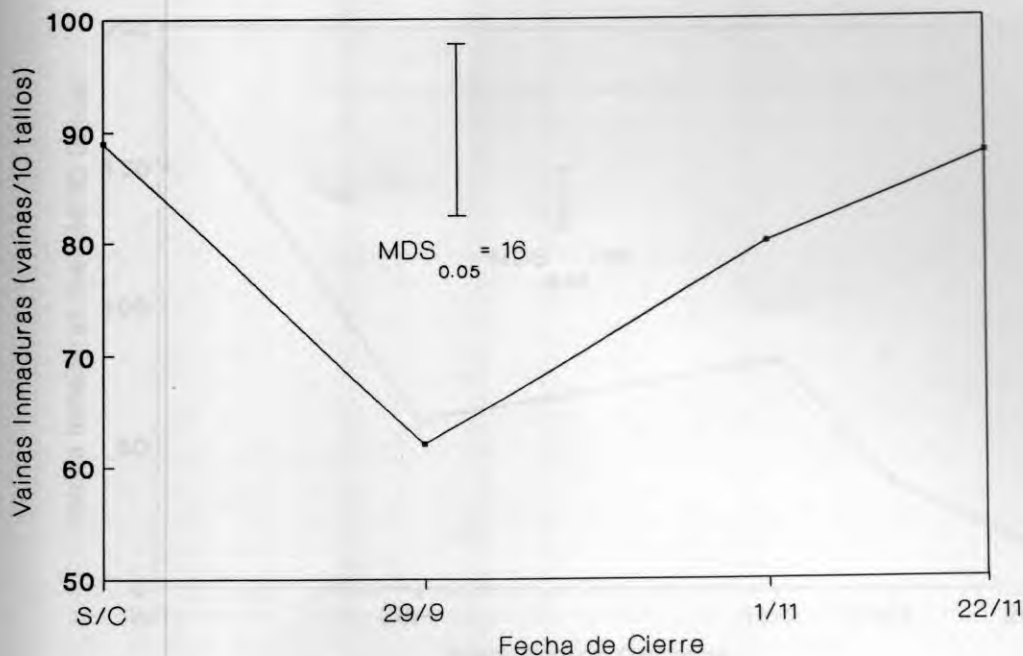


Figura 18. Efecto de cuatro fechas de cierre en el número de vainas inmaduras. INIA, La Estanzuela, 1995.

A medida que se postergan los momentos de cosecha el número de vainas inmaduras disminuye significativamente, a excepción del período comprendido entre el 26/1 y el 14/2 (Anexo 2). En este último las vainas inmaduras aumentaron a una tasa diaria promedio de 1.2 vainas/10 tallos.

En los restantes períodos, las tasas promedio de disminución del número de vainas inmaduras fueron de 9.1, 7.3 y 3.1 vainas/10 tallos para el 1^{er}, 3^{er} y 4^{to} período respectivamente.

La disminución del número de vainas inmaduras se explica en función de la maduración de las mismas, mientras las diferentes tasas se explican por una superposición de un 2^{do} ciclo de floración que actúa como fuente de nuevas vainas.

El análisis del número de vainas maduras indicó una interacción altamente significativa entre los cierres y los momentos de cosecha.

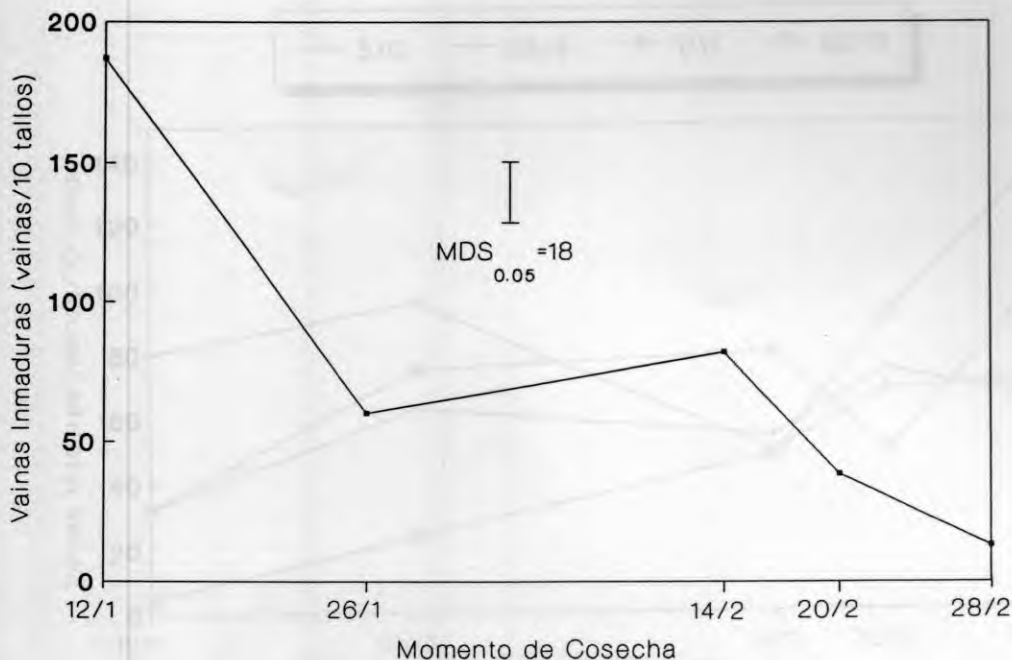


Figura 19. Efecto de cinco momentos de cosecha en el número de vainas inmaduras. INIA, La Estanzuela, 1995.

Las evoluciones del número de vainas maduras se agrupan en dos modelos de maduración según fechas de cierre (Figura 20).

En los cierres S/C, 29/9 y 1/11 se verificaron dos momentos de máximo número de vainas maduras, localizados el 26/1 (1^{er} momento) y el 20/2 (2^{do} momento) correspondientes a los cierres tempranos (S/C y 29/9) o algo más retrasado, el 28/2, para el cierre del 1/11. Este, por el momento de cierre si bien deprimió la 1^{er} floración con relación al del 29/9, posibilitó la manifestación de un 2^{do} ciclo de floración y por lo tanto de maduración de vainas, pero más tardío (28/2) (Figura 20).

Un segundo patrón de comportamiento correspondió al cierre más tardío, realizado el 22/11 en el que se concentró la floración hacia el 2^{do} ciclo, resultando en una tasa de maduración creciente a medida que progresan los momentos de cosecha. Este proceso de maduración se aceleró a partir del 14/2 (Anexo 3).

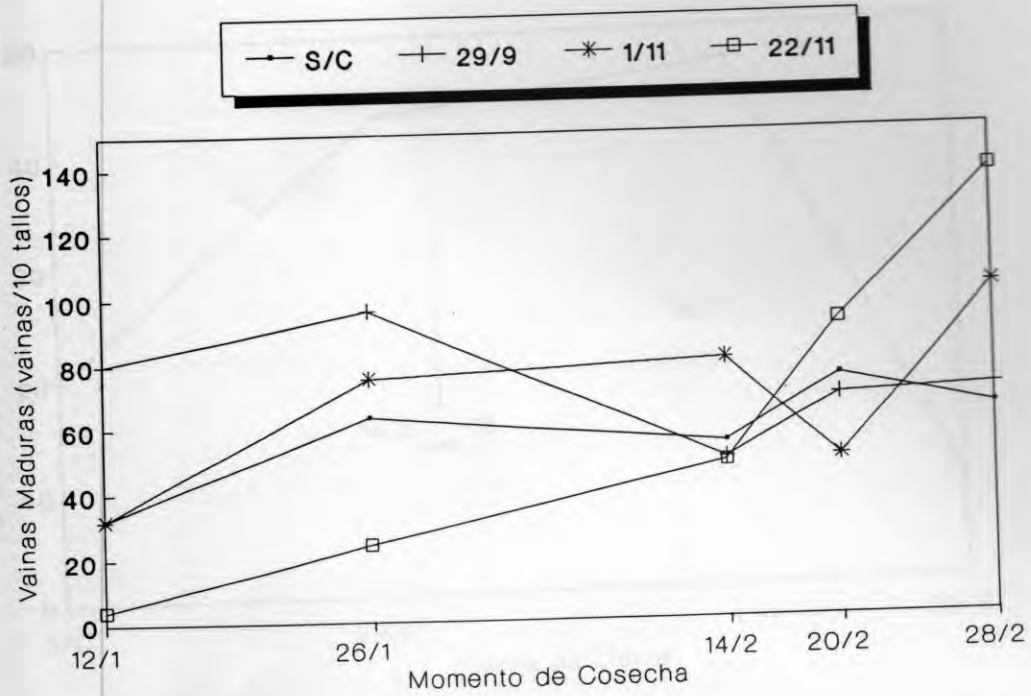


Figura 20. Número de vainas maduras para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha. INIA, La Estanzuela, 1995.

Para el cierre del 22/11 se manifestó una primera fase que comprendió del 12/1 al 14/2 con una tasa diaria de aumento de 1.4 vainas maduras/10 tallos/día y un 2^{do} período que va del 14/2 al 28/2 donde la tasa diaria de aumento en el número de vainas maduras es de 6.3 vainas maduras/10 tallos/día.

Tanto las fechas de cierre como los momentos de cosecha afectaron significativamente y en forma independiente el número de vainas abiertas, originándose las mayores diferencias entre los momentos de cosecha (Figuras 21 y 22).

Los cierres del 29/9 y 1/11 fueron los que presentaron en el promedio de las cosechas la mayor cantidad de vainas abiertas, mientras los cierres S/C y 22/11 tuvieron valores menores ($P < 0.05$).

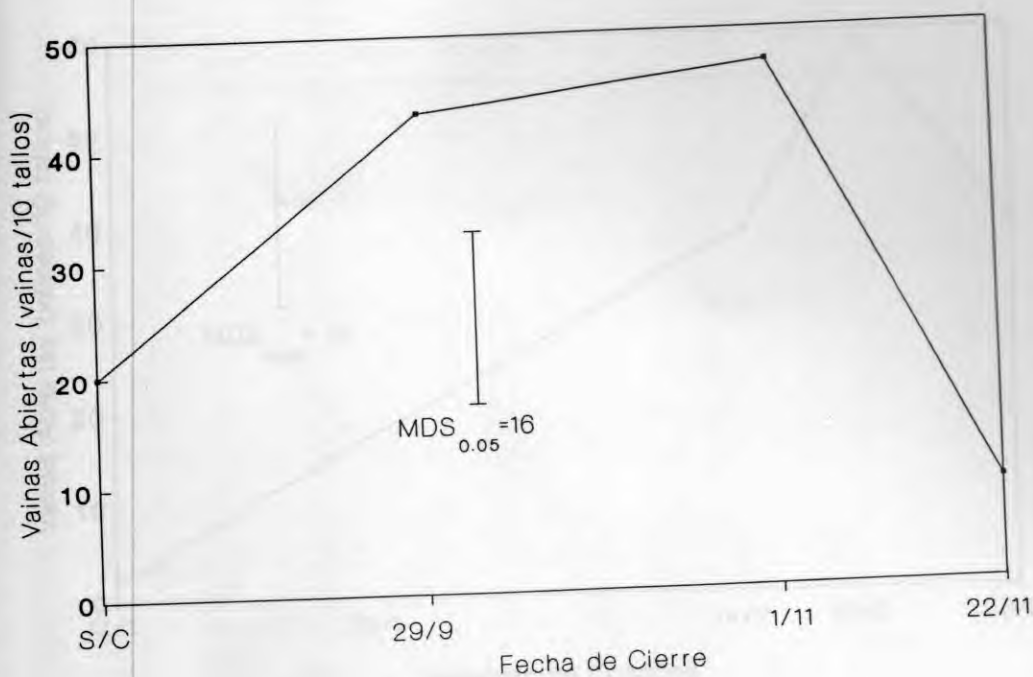


Figura 21. Efecto de cuatro fechas de cierre en el número de vainas abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

En el caso del cierre sin corte en primavera hay una mayor estratificación de las vainas en la masa de forraje, determinando así una menor exposición al sol y mayor humedad dentro del estrato vegetal, lo cual disminuye la dehiscencia de las vainas.

Como fuera comentado anteriormente, con el cierre del 22/11 fue prácticamente eliminado el 1^{er} ciclo de floración, consecuentemente, en las cosechas realizadas en el mismo aún no se había llegado a producir el máximo de dehiscencia (Anexo 4).

A medida que transcurre el tiempo, el número de vainas abiertas aumenta, registrándose los menores valores en los primeros momentos de cosecha.

Desde la 1^{er} cosecha y hasta el 14/2 la tasa diaria promedio de dehiscencia de vainas es casi de 1 vaina/10 tallos/día, para luego aumentar a 3 vainas/10 tallos/día hasta el 20/2.

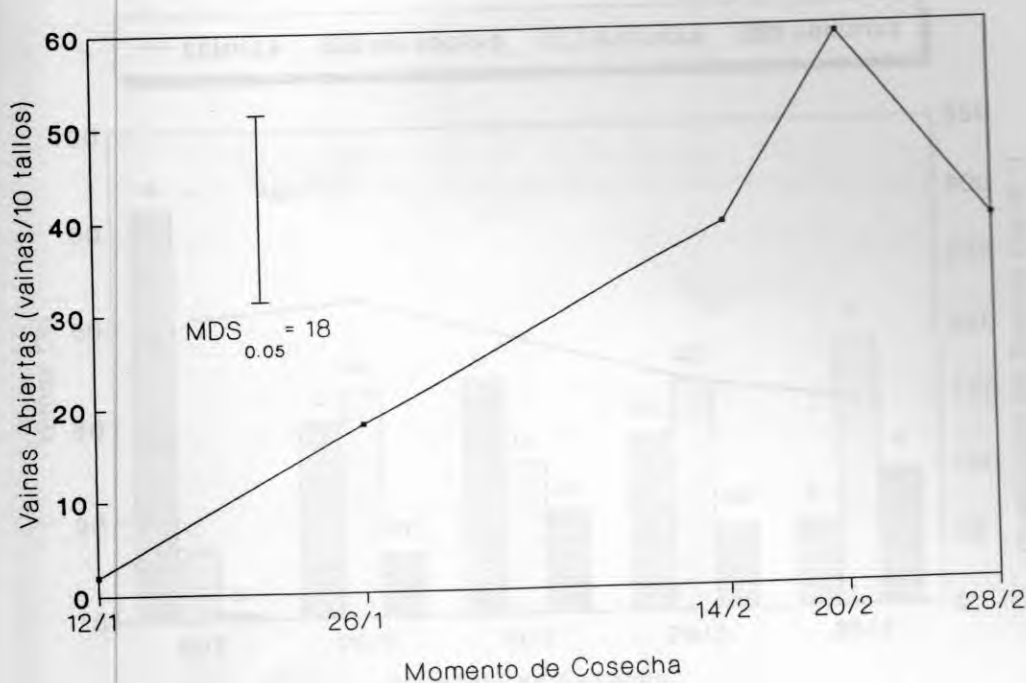


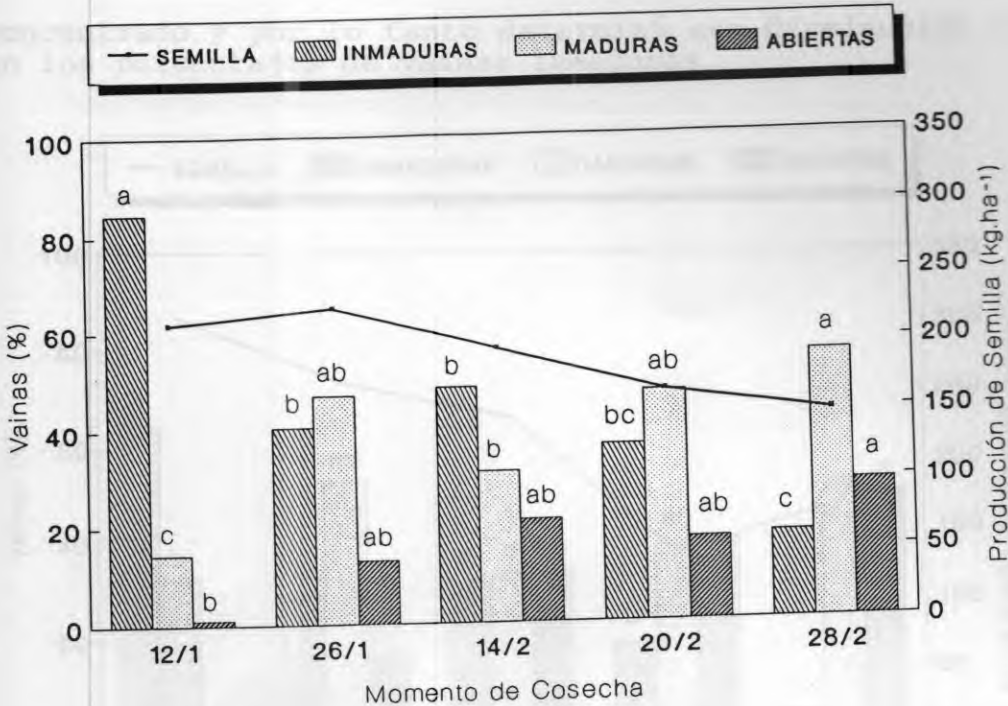
Figura 22. Efecto de cinco momentos de cosecha en el número de vainas abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

En la última cosecha se produjo una disminución en el número de vainas abiertas, siendo consecuencia de la caída de las mismas.

La composición porcentual de los distintos tipos de vainas es uno de los criterios prácticos normalmente utilizados para determinar el momento de cosecha, tal como lo describen Anderson (1955) y Seaney y Henson (1970).

En las figuras 23, 24, 25 y 26 se observan las evoluciones de los porcentajes de los distintos tipos de vainas para los cierres S/C, 29/9, 1/11 y 22/11 conjuntamente con los rendimientos de semilla limpia obtenidos.

Los porcentajes de vainas inmaduras presentaron una interacción altamente significativa entre fechas de cierre y momentos de cosecha.



Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

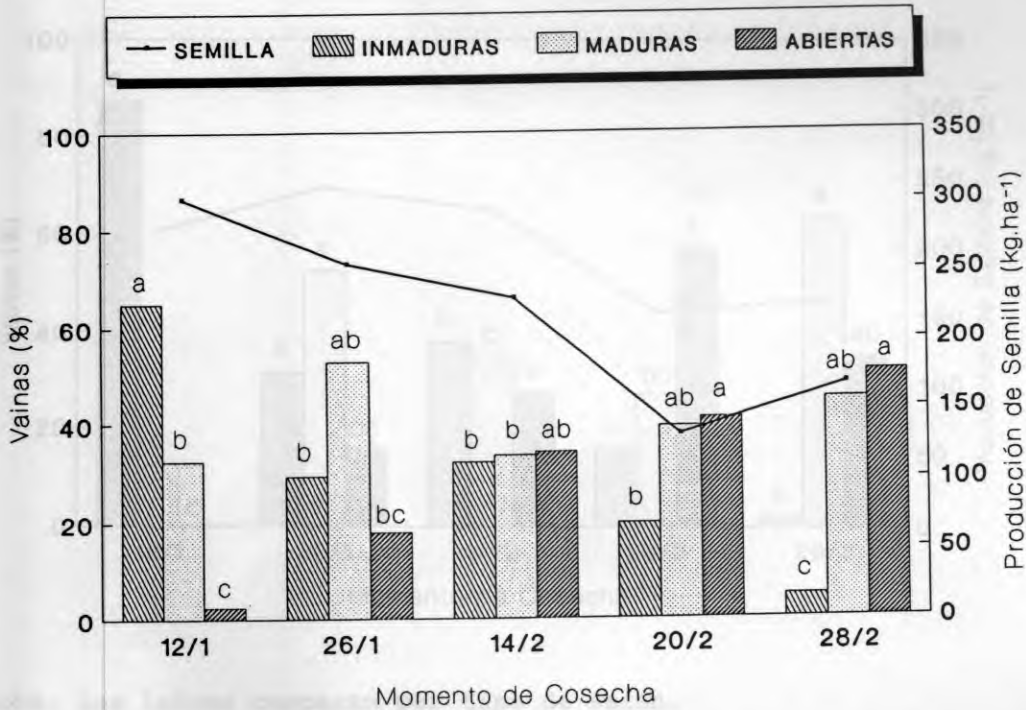
Figura 23. Cierre S/C - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

En los tres cierres más tempranos (S/C, 29/9, 1/11) se verificó una disminución en los porcentajes de vainas inmaduras del 12/1 al 26/1 (Figuras 23, 24 y 25).

Sin embargo, presentaron pequeñas diferencias entre ellos, verificándose entre las cosechas del 26/1 y el 14/2 aumentos en los porcentajes de vainas inmaduras, seguramente determinados por un segundo flujo de floración. Posteriormente a los mismos se verificaron disminuciones en los porcentajes de vainas inmaduras hasta el final del período evaluado.

Entre tanto, en la fecha de cierre más tardía (22/11) el cultivo disminuyó linealmente el porcentaje de vainas inmaduras desde la primera cosecha (12/1) hasta la última (28/2) (Figura 26), debido a que éste cierre eliminó el primer ciclo de floración con el corte del cierre. Consecuentemente el segundo ciclo de floración fue más

concentrado y por lo tanto determinó una disminución lineal en los porcentajes de vainas inmaduras.



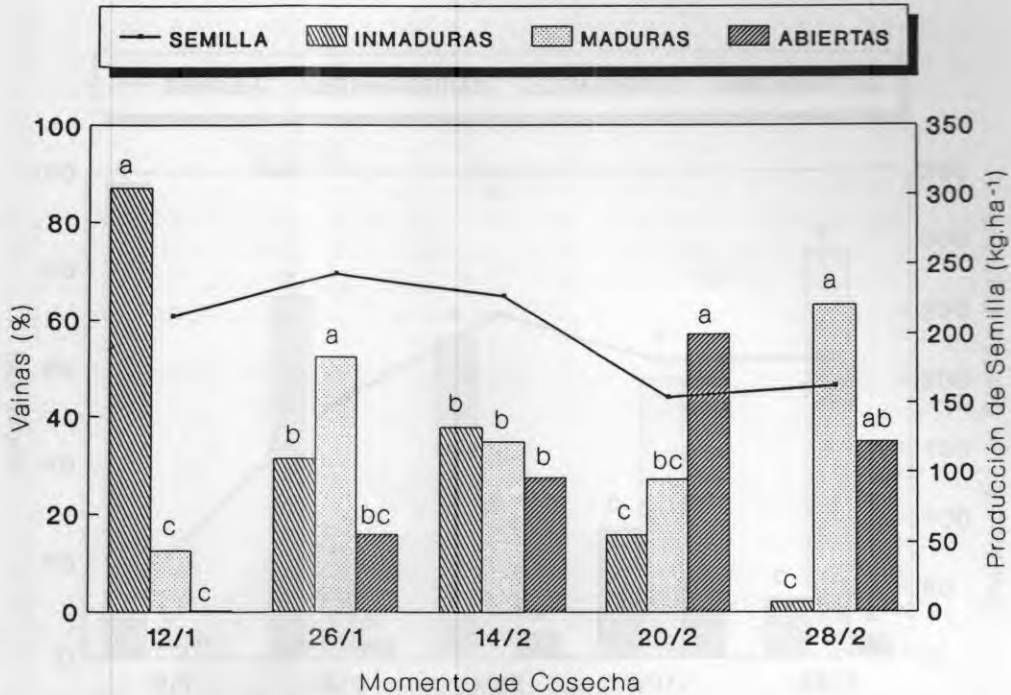
Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 24. Cierre 29/9 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

Las distintas tendencias observadas entre los cierres mas tempranos y el tardío explican la significación de la interacción determinada.

Al igual que los porcentajes de vainas inmaduras los porcentajes de vainas maduras también presentaron una interacción altamente significativa entre los cierres y las cosechas. En todos los cierres se determinó un máximo al final del ciclo.

Los cierres mas tempranos (S/C, 29/9 y 1/11) presentaron un comportamiento similar, aumentando los porcentajes de vainas maduras del 12/1 al 26/1.

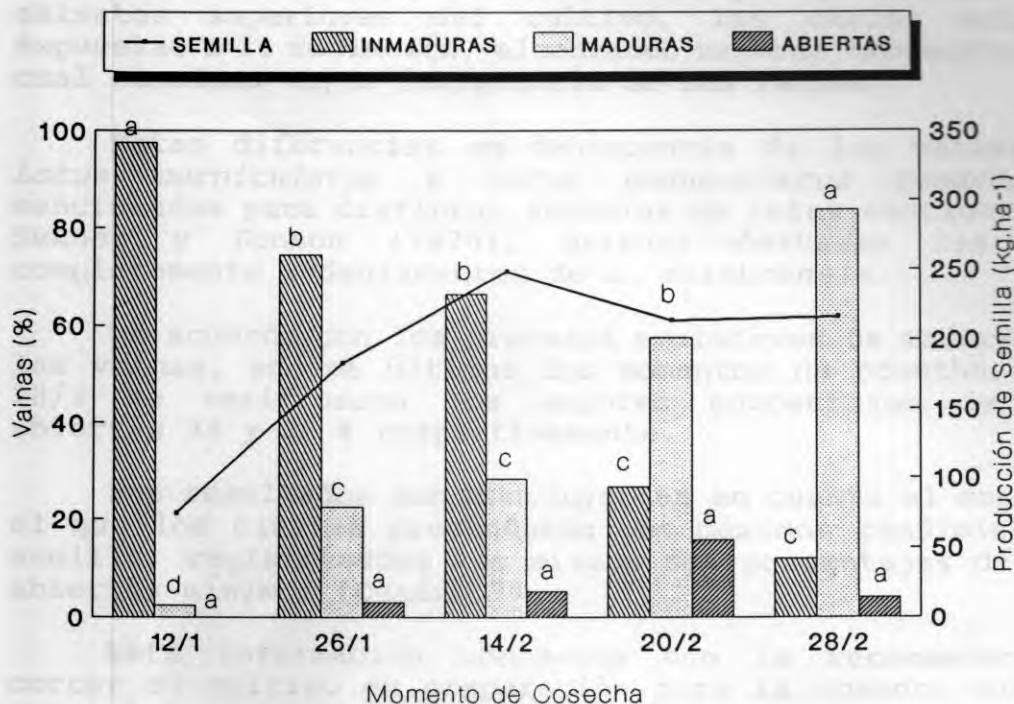


Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 25. Cierre 1/11 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

Posteriormente los dos primeros, S/C Y 29/9 disminuyeron los porcentajes de vainas maduras hasta el 14/2, mientras el del 1/11, lo hace hasta el 20/2. Esta diferencia se origina por el retraso en la maduración que producen las fechas de cierre más tardías. Estos tres cierres presentaron un 2^{do} pico de vainas maduras en la última cosecha.

Sin embargo, el cierre más tardío, 22/11, eliminó la 1^{er} floración y consecuentemente presentó un comportamiento diferente a los demás cierres. En el mismo, los porcentajes de vainas maduras fueron aumentando hasta el 14/2, para posteriormente hacerlo en forma muy marcada hasta la última cosecha.



Nota: Las letras comparan por tipo de vaina.

Figura 26. Cierre 22/11 - Evolución del rendimiento y de los porcentajes de vainas inmaduras, maduras y abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

En el análisis estadístico de los porcentajes de vainas abiertas se detectó efectos significativos de las fechas de cierre y momentos de cosecha, mientras que la interacción no fue significativa.

Los cierres del 29/9 y 1/11 presentaron los mayores ($P < 0.05$) porcentajes de vainas abiertas, 28 y 27 % respectivamente, mientras el cierre del 22/11 fue el que presentó el menor, 6 %, a pesar de no diferir ($P > 0.05$) del cierre S/C, donde se registró un 14 % de vainas abiertas.

Estos resultados son contrastantes con los obtenidos en *Lotus corniculatus*, donde los cierres mas tardíos presentan mayores riesgos en la postergación de la cosecha por la dehiscencia de sus vainas (Rebollo y Duhalde, 1987).

Los resultados obtenidos por dichos autores son consecuencia de un elevado porcentaje de vainas en los estratos superiores del cultivo, las cuales están más expuestas a la radiación, alcanzando mayores temperaturas, lo cual ocasiona mayor dehiscencia de las vainas.

Estas diferencias en dehiscencia de las vainas entre *Lotus corniculatus* y *Lotus pedunculatus* remarcadas para distintas especies de *Lotus* mencionadas por Seaney y Henson (1970), quienes destacan las vainas completamente indehiscentes de *L. coimbrensis*.

De acuerdo con los procesos evolutivos de maduración de las vainas, en los últimos dos momentos de cosecha, 20/2 y 28/2 se verificaron los mayores porcentajes de vainas abiertas 34 y 28 % respectivamente.

Los resultados son concluyentes en cuanto al momento en el que los cierres presentaron los máximos rendimientos de semilla, registrándose los mismos con porcentajes de vainas abiertas mínimos (Cuadro 7).

Esta información concuerda con la recomendación de cortar el cultivo en preparación para la cosecha cuando el porcentaje de vainas abiertas es mínimo, 3 a 4 % y la semilla alcanza la madurez fisiológica (Hare y Lucas, 1984). Cuando la semilla alcanza la madurez fisiológica las vainas son una mezcla de púrpura y marrón claro en la parte superior y amarillo verdoso en la inferior.

Cuadro 7. Rendimiento máximo de cada cierre y los correspondientes porcentajes de vainas maduras y abiertas. INIA, La Estanzuela, 1995.

	Fecha de Cierre			
	S/C	29/9	1/11	22/11
Rend. Max. (kg/ha)	227	302	243	249
Vainas Maduras (%)	47	33	53	28
Vainas Abiertas (%)	13	2	16	5

Sin embargo, Lancashire *et al.* (1980), recomiendan cortar el cultivo en preparación para la cosecha cuando el 60 a 70 % de las vainas están maduras.

7.1.3. Rendimiento de forraje

Las fechas de cierre y especialmente los momentos de cosecha modificaron en forma independiente los rendimientos de forraje (Figuras 27 y 28).

Los cierres S/C, 29/9 y 22/11 son los que en el promedio de la cosechas tuvieron mayores y similares acumulaciones de forraje. Es razonable que los cierres tempranos produzcan mas forraje, debido al mayor período de crecimiento. Sin embargo, el cierre del 22/11 no se diferenció ($P > 0.05$) de los mismos.

Tendencialmente el cierre del 22/11 produjo más que el cierre del 1/11. Esta diferencia en producción de forraje probablemente se explique en función del estado fisiológico de las plantas, en el momento que se realizó el último corte.

Cuando se le realizó el último corte al cierre del 22/11, el cultivo presentaba una gran acumulación de forraje y algo de flores. Probablemente en ese estado la acumulación de reservas era alta, determinando un rápido rebrote posterior al corte y por tanto una mayor tasa de crecimiento, a diferencia del cierre del 1/11, el cual probablemente no había alcanzado aún un nivel de reservas tan alto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Tasas de crecimiento diario kg PS/día desde la fecha de cierre hasta la cosecha de rendimientos máximos de semilla. INIA, La Estanzuela, 1995.

Cierre	Tasa de Crecimiento (kg PS/día)
29/9	46
1/11	45
22/11	52

El cierre del 1/11 fue cortado cuando probablemente se estuvieran dando las máximas tasas de crecimiento. En esos momentos las reservas de las plantas se encuentran a un nivel bajo y consecuentemente el rebrote fue lento.

Las diferencias anteriormente mencionadas fueron evidenciadas cuando se calcularon las tasas de crecimiento entre las fechas de cierre y el momento de cosecha correspondiente al rendimiento máximo de semilla (Cuadro 8). En el cierre del 1/11 el cultivo presentó la menor tasa de crecimiento diario 45 (kg PS/día) (Figura 27).

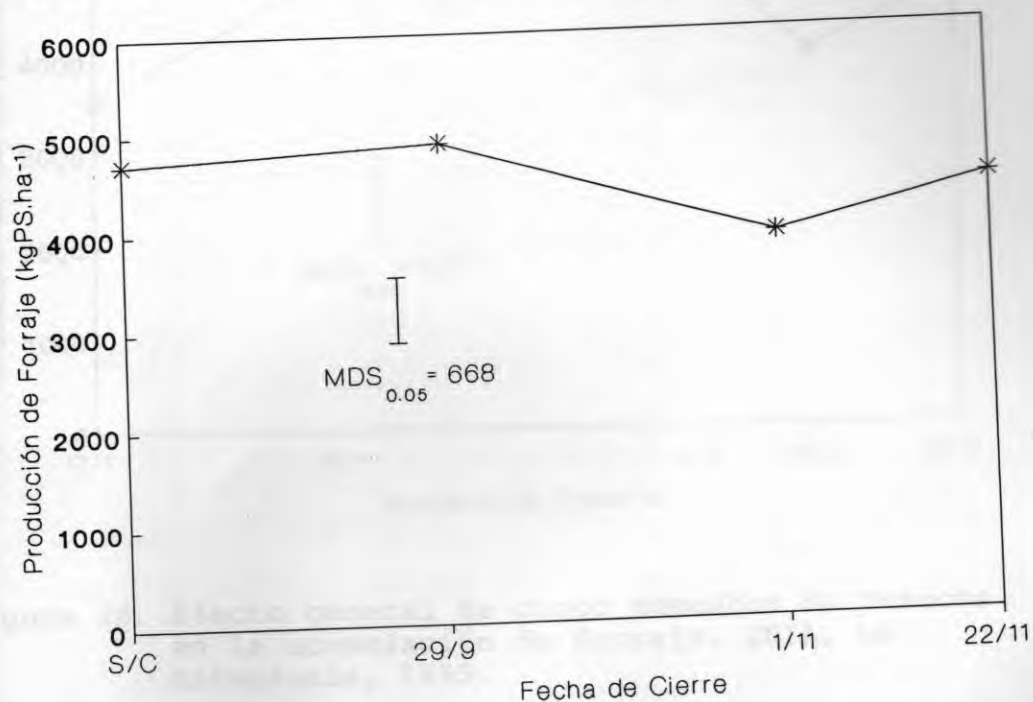


Figura 27. Efecto general de cuatro fechas de cierre en la acumulación de forraje. INIA, La Estanzuela, 1995.

Tal como es mencionado en la bibliografía, una de las mayores limitantes en la producción de semillas de Lotus Maku es secar la gran masa de forraje, previo a la cosecha y antes de que se produzca la dehiscencia de las vainas (Tabora y Hill, 1990).

La principal determinante del rendimiento acumulado de forraje a la cosecha, es el momento en que se realiza esta última, debido al mayor período de tiempo entre el último corte y las sucesivas cosechas, permitiendo así mayores acumulaciones de forraje (Figura 28).

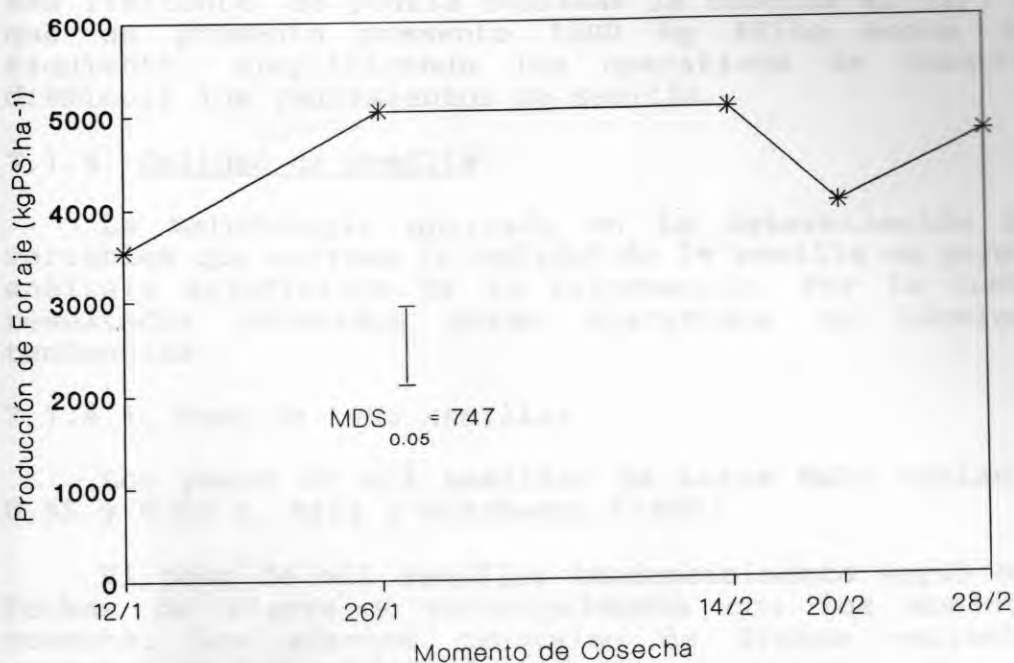


Figura 28. Efecto general de cinco momentos de cosecha en la acumulación de forraje. INIA, La Estanzuela, 1995.

La cosecha del 14 de febrero fue la que presentó la mayor acumulación de forraje (5047 kg/ha), a pesar de no diferir ($P > 0.05$) de las cosechas del 26/1 y 28/2. Esta última, coincide con el segundo pico de rendimiento de semilla que presentaron los cierres 29/9 y 1/11.

Luego de alcanzado el máximo mencionado se presentó una menor acumulación de forraje en la cosecha del 20/2. Esta menor producción es consecuencia de la senescencia de los tallos, ocasionando así pérdidas de materia seca, tal como fuera evidenciado en el campo, donde se constató una gran acumulación de restos secos.

En la última cosecha, realizada el 28/2 se verificó un repunte en la producción de forraje. Esta situación es causada por el rebrote del cultivo hacia el final del período de evaluación.

En aquellos cierres en que la calidad de la semilla no sea limitante, se podría realizar la cosecha el 12/1 puesto que en promedio presentó 1500 kg PS/ha menos que la siguiente, simplificando los operativos de cosecha sin disminuir los rendimientos de semilla.

7.1.4. Calidad de semilla

La metodología aplicada en la determinación de las variables que estiman la calidad de la semilla no permite el análisis estadístico de la información. Por lo tanto los resultados obtenidos serán discutidos en términos de tendencias.

7.1.4.1. Peso de 1000 semillas

Los pesos de mil semillas de Lotus Maku varían entre 0.55 y 0.83 g. Hill y Witchwoot (1990).

El peso de mil semillas tendencialmente varió con las fechas de cierre y principalmente con los momentos de cosecha. Los efectos generales de dichas variables se reportan en los cuadros 9 y 10.

Los valores obtenidos se corresponden con los rangos reportados por Hare y Lucas (1984).

El peso de mil semillas promedio para los momentos de cosecha registró un mínimo en la cosecha del 12/1 (Cuadro 10).

Cuadro 9. Efecto general de cuatro fechas de cierre en el peso de mil semillas. INIA, La Estanzuela, 1995.

Cierre	Peso 1000 semillas (g.)
S/C	0.718
29/9	0.720
1/11	0.716
22/11	0.710

Este bajo valor se explica por el menor tamaño de las semillas cosechadas el 12/1 en el cierre mas tardío (22/11).

La muy alta proporción de vainas inmaduras en este tratamiento (Figura 26) determinó que el peso de mil semillas en el mismo fuera de 0.59 g..

Cuadro 10. Efecto general de cinco momentos de cosecha en el peso de mil semillas. INIA, La Estanzuela, 1995.

Cosecha	Peso 1000 semillas (g.)
12/1	0.673
26/1	0.720
14/2	0.710
20/2	0.745
28/2	0.733

Promedialmente, en la cosecha del 20/2 se registró en los distintos cierres el valor máximo, 0.745 g..

La tendencia general del peso de mil semillas para los cuatro cierres en distintos momentos de cosecha se presenta en la figura 29.

El retraso en la maduración del cierre del 22/11 también incide en el peso de mil semillas. Como se observa en la figura 29, el mismo fue aumentando en los sucesivos momentos de cosecha, desde 0.59 para el primer momento, hasta un máximo de 0.78 g. el 20/2.

En los cierres mas tempranos (S/C, 29/9 y 1/11), a pesar de las variaciones existentes entre los diferentes momentos de cosecha, muestran como tendencia un aumento leve en el peso de mil semillas a medida que transcurre el tiempo.

Los rendimientos máximos de semilla (Cuadro 5) se verificaron el 26/1 para los cierres S/C y del 1/11, y el 12/1 y 14/2 para los cierres del 29/9 y 22/11. Los pesos de mil semillas registrados fueron 0.69, 0.73, 0.69 y 0.72 g. respectivamente. Estos valores son similares a los reportados por Hare y Lucas (1984).

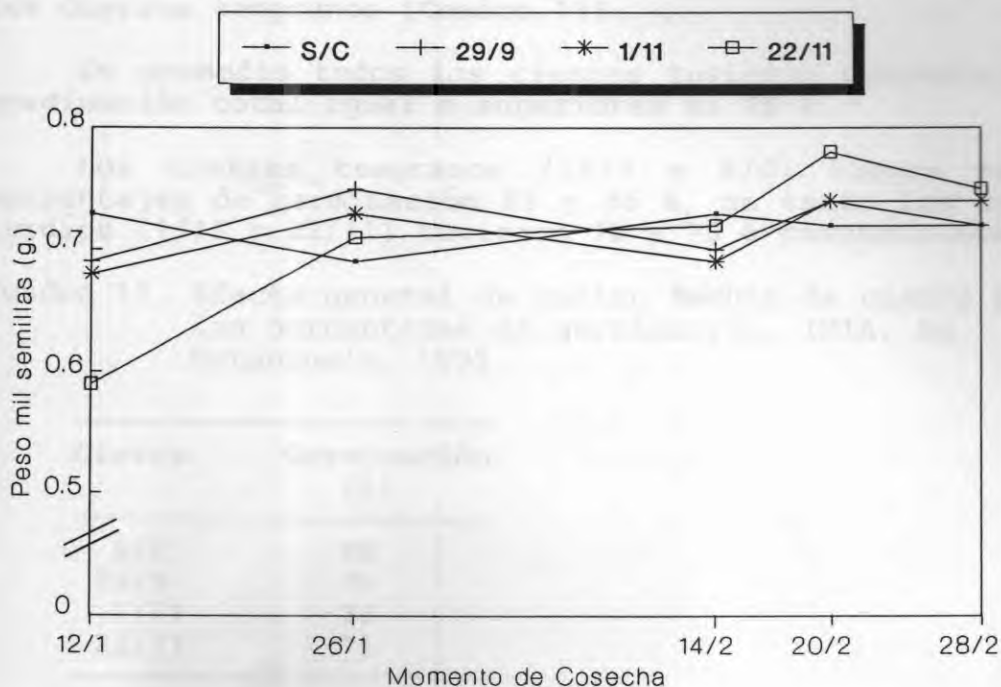


Figura 29. Evolución del peso de mil semillas para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha. INIA, La Estanzuela, 1995.

7.1.4.2. Porcentaje de germinación

Un adecuado porcentaje de germinación de las semillas es una característica esencial de la calidad y depende generalmente del momento de cosecha, en relación al grado de maduración de las mismas y de las condiciones en que se realiza la cosecha.

Retrasar la cosecha hasta que toda la semilla este madura, puede causar severas pérdidas por desgrane. Consecuentemente, uno de los aspectos estudiados en el desarrollo de la semilla es el momento a partir del cual la semilla alcanza la suficiente capacidad de germinación.

Se consideró germinación total a la suma de las semillas que germinaron mas las duras.

Los cierres promedialmente afectaron los porcentajes de germinación, mostrando una tendencia a mayores porcentajes en

los cierres tempranos (Cuadro 11).

En promedio todos los cierres tuvieron porcentajes de germinación total igual o superiores al 75 %.

Los cierres tempranos (29/9 y S/C) tienen mayores porcentajes de germinación 89 y 86 %, en tanto los cierres tardíos (1/11 y 22/11) tuvieron 78 y 75 % respectivamente.

Cuadro 11. Efecto general de cuatro fechas de cierre en los porcentajes de germinación. INIA, La Estanzuela, 1995.

Cierre	Germinación (%)
S/C	86
29/9	89
1/11	78
22/11	75

En función de estos resultados, los efectos generales, en promedio indican como tendencia, que a medida que los cierres se atrasan los porcentajes de germinación disminuyen (Cuadro 11).

El atraso en el momento de cosecha aumenta los porcentajes de germinación en la medida que transcurre el tiempo, registrándose el máximo de 92 % en el último momento de cosecha (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto general de cinco momentos de cosecha en los porcentajes de germinación. INIA, La Estanzuela, 1995.

Cosecha	Germinación (%)
12/1	72
26/1	77
14/2	83
20/2	87
28/2	92

Esto sugiere que en los primeros momentos de cosecha, una fracción de la semilla aún no había alcanzado la capacidad máxima de germinación.

En las figuras 30, 31, 32 y 33 se ilustran los cambios que se producen en los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales para cada cierre en los diferentes momentos de cosecha.

Los porcentajes de germinación total correspondientes a los momentos de máximos rendimientos de semilla fueron de 80, 78, 59 y 72 % para los cierres de S/C, 29/9, 1/11 y 22/11 (Figuras 30, 31, 32 y 33).

El bajo valor obtenido para el cierre del 1/11 cosechado el 26/1 se explica en función del alto porcentaje de semillas inmaduras.

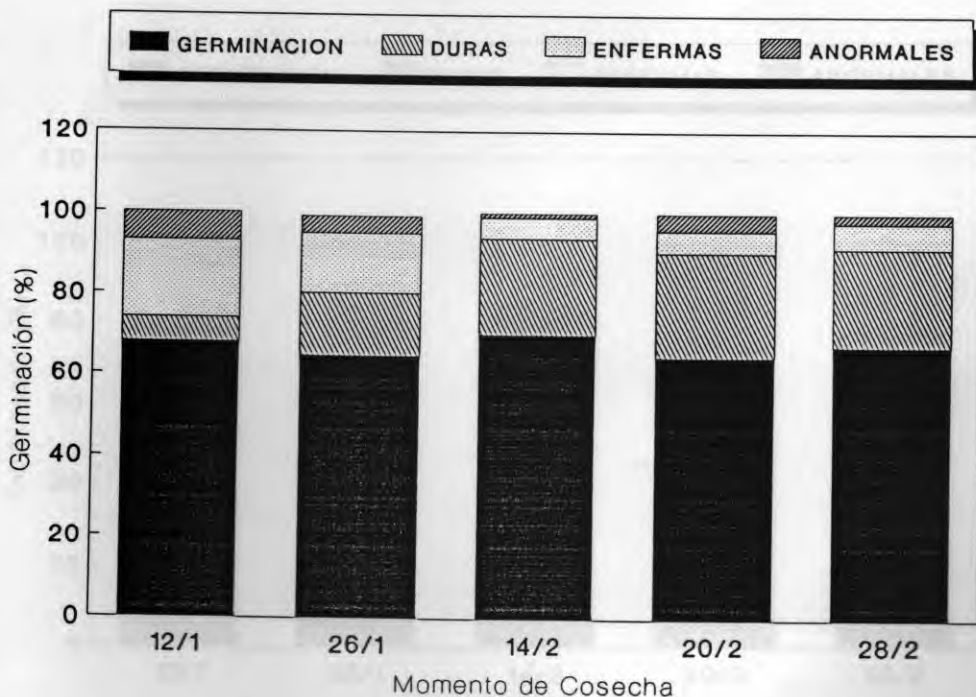


Figura 30. Cierre S/C - Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.

En el siguiente momento de cosecha, en este tratamiento el porcentaje de germinación registró un valor de 80 % y el rendimiento de semilla fue de 227 kg/ha, valor un 7 % menor al de la cosecha previa, sin diferencias significativas entre ambos.

En la fecha de cierre del 1/11 sería la única situación donde la cosecha de semillas debería dilatarse hasta el 14/2, a pesar de que los rendimientos de semilla/ha disminuyen, a los efectos de obtener mayores porcentajes de germinación.

Los porcentajes de semillas enfermas disminuyen a medida que se atrasan los momentos de cosecha.

Sin embargo, el cierre más tardío (22/11) presentó los mayores porcentajes de semillas enfermas (Figura 33), los cuales podrían estar relacionados a mayores porcentajes de vainas inmaduras (Figura 26), consecuencia del menor desarrollo de las mismas.

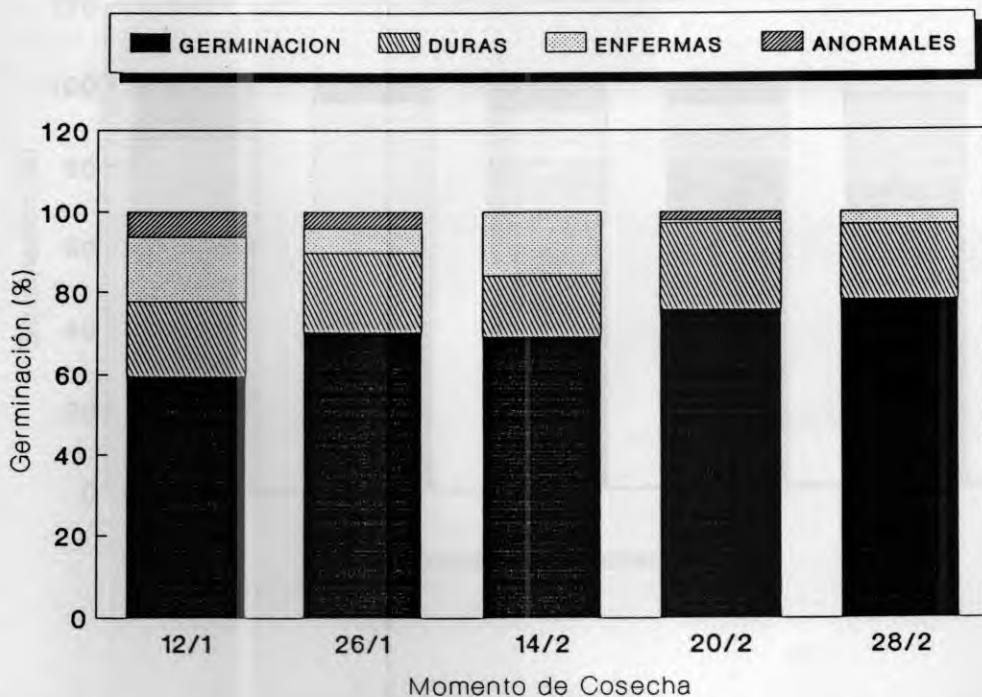


Figura 31. Cierre 29/9 - Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.

El porcentaje de semillas o plántulas enfermas esta asociado a la presencia de hongos.

En situaciones con mayor porcentaje de semillas verdes en el lote, originado por un menor grado de madurez en las vainas, determina mayores tenores de humedad y consecuentemente aumentan los problemas de enfermedades.

Los porcentajes de semillas duras para los cuatro cierres en los diferentes momentos de cosecha no mostraron una tendencia clara, registrándose valores promedio para los cierres que oscilaron entre el 12 y el 19 %.

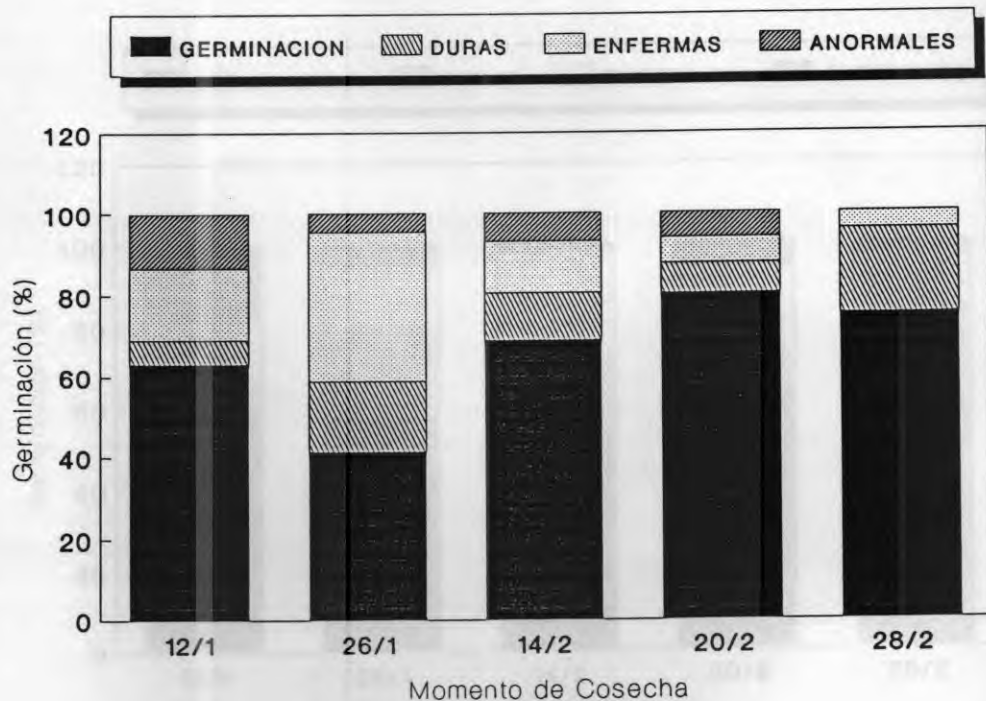


Figura 32. Cierre 1/11 - Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.

Seria dable esperar que en los momentos de cosecha mas tardíos se presentaran mayores porcentajes de semillas duras, siendo que después de alcanzada la madurez fisiológica y a medida que desciende la humedad de la semilla, aumenta el porcentaje de semillas duras (Hare y Lucas, 1984).

Estos mismos autores determinaron la presencia de semillas duras cuando el porcentaje de humedad de la semilla descendió por debajo del 40 %, registrando 90, 75 y 50 % de semillas duras con 10, 15 y 20 % de humedad en la semilla respectivamente.

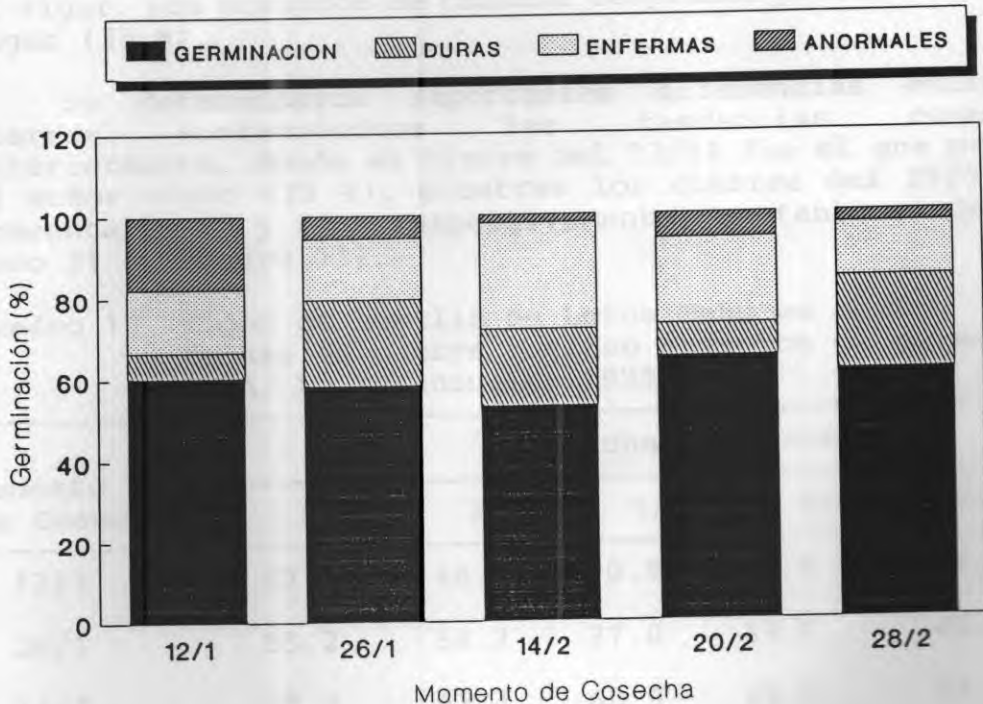


Figura 33. Cierre 22/11 - Evolución de los porcentajes de germinación, semillas duras, plántulas enfermas y anormales.

7.1.4.3. Vigor

El vigor de plántulas constituye otro de los criterios utilizados para tipificar la calidad de la semilla y al igual que la germinación, es influido por el estado de desarrollo de la semilla, afectando la rapidez de establecimiento y densidad de un cultivo.

Se utilizó como estimador de vigor el conteo de las semillas que habían germinado a los 4 días.

Al igual que la germinación, el vigor de plántula fue afectado por la fecha de cierre. En la medida que el cierre es más tardío el vigor desciende, siendo el último cierre el que presentó el menor vigor, 45 % (Cuadro 13).

El momento de cosecha fue el factor que más influyó en el vigor. Los momentos de cosecha tempranos presentaron menor vigor (38 %).

Se determinaron importantes diferencias entre los cierres manteniéndose las tendencias comentadas anteriormente, donde el cierre del 22/11 fue el que presentó el menor vigor (25 %), mientras los cierres del 29/9 y S/C presentaron 49 y 47 % respectivamente, en tanto el del 1/11 tuvo 31 % (Cuadro 13).

Cuadro 13. Vigor de semilla de Lotus Maku en cuatro fechas de cierre y cinco momentos de cosecha. INIA, La Estanzuela, 1995.

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre				Promedio
	S/C	29/9	1/11	22/11	
12/1	47.0	48.9	30.9	25.0	37.9
26/1	55.2	58.2	27.0	39.8	45.0
14/2	57.7	63.4	60.9	49.0	57.7
20/2	56.3	68.5	68.0	53.0	61.4
28/2	55.8	73.2	63.9	58.4	62.8
Promedio	54.4	62.4	50.1	45.0	

A medida que los momentos de cosecha se atrasan el vigor aumentó hasta un máximo de 63 %, correspondiente al último momento de cosecha.

Los rendimientos máximos de semilla (Cuadro 5) se verificaron el 26/1 para los cierres S/C y del 1/11 y el 12/1 y 14/2 para los cierres del 29/9 y 22/11. Los porcentajes de vigor registrados fueron 55, 27, 49 y 49 % respectivamente (Cuadro 13).

Al igual que con el porcentaje de germinación, el vigor presentado por el cierre del 1/11 cosechado el 26/1 fue bajo. Es así, que sería aconsejable dilatar la cosecha de semillas, de este tratamiento, hasta el 14/2 donde el vigor fue de 61 %.

CONCLUSIONES

El momento óptimo de cosecha varió con la fecha de cierre, retrasándose en la medida que los cierres lo hacen.

Los rendimientos de semilla máximos para los cierres 29/9, 1/11, 22/11 y S/C, fueron de 302, 243, 248 y 226 kg/ha y se registraron el 12/1, 26/1, 14/2 y 26/1 respectivamente, no diferenciándose estadísticamente entre ellos.

En todos los cierres el cultivo mantuvo rendimientos iguales o superiores a los 200 kg/ha durante 32 días.

En los momentos en que los cierres presentaron los máximos rendimientos de semilla, los porcentajes de vainas abiertas fueron inferiores al 16 % y los porcentajes de vainas maduras variaron entre 28 y 53 %.

En las cuatro fechas de cierre los valores máximos de número de vainas totales se registraron el 12/1. En los cierres tempranos y cuando no se cortó se registró un 2^{do} pico de número de vainas totales.

Tanto las fechas de cierre como los momentos de cosecha afectaron las variables que estiman la calidad de la semilla.

El momento de cosecha es el mayor determinante de la calidad de la semilla, registrándose en las primeras cosechas los valores menores.

Los pesos de mil semillas registrados en los momentos de máximos rendimientos fueron 0.69, 0.73, 0.69 y 0.72 g. para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y S/C respectivamente.

Promedialmente los cierres afectaron tanto los porcentajes de germinación como el vigor, mostrando una tendencia a mayores porcentajes en los cierres tempranos.

Los porcentajes de germinación total y de vigor correspondientes a los momentos de máximos rendimientos de semilla fueron de 80, 78, 59 y 72 % y 55, 49, 27 y 49 % para los cierres S/C, 29/9, 1/11 y 22/11 respectivamente.

RESUMEN

Se estudió el efecto de cuatro fechas de cierre y cinco momentos de cosecha en la producción de semillas y variables asociadas en *Lotus pedunculatus* cv Maku, detectándose una interacción altamente significativa entre los mismos. Los rendimientos máximos obtenidos para cada cierre no difirieron significativamente entre si siendo de 302, 243, 248 y 226 kg/ha para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y S/C y se registraron el 12/1, 26/1, 14/2 y 26/1 respectivamente. En la medida que los cierres se atrasan el momento óptimo de cosecha también lo hace. En los cierres del 29/9 y 1/11 se insinuó un segundo pico de rendimiento en el último momento de cosecha. En todos los cierres el cultivo mantuvo rendimientos igual o superiores a los 200 kg/ha durante 32 días. En los momentos en que los cierres presentaron los máximos rendimientos de semilla, los porcentajes de vainas abiertas fueron inferiores al 16 % y los porcentajes de vainas maduras variaron entre 28 y 53 %. En las cuatro fechas de cierre los valores máximos de número de vainas totales se registraron el 12/1. En los cierres S/C, 29/9 y 1/11 se registró un 2^{do} pico de número de vainas totales, determinado seguramente por un 2^{do} influjo de floración. El número de vainas inmaduras solamente fue deprimido significativamente en el cierre del 29/9, en tanto en los restantes cierres se registraron valores superiores y semejantes entre ellos. Los momentos de cosecha fueron los principales determinantes del número de vainas inmaduras. Tanto las fechas de cierre como los momentos de cosecha afectaron las variables que estiman la calidad de la semilla. Los pesos de mil semillas registrados en los momentos de máximos rendimiento fueron 0.69, 0.73, 0.69 y 0.72 g. para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y S/C respectivamente. Promedialmente los cierres afectaron tanto los porcentajes de germinación como el vigor, mostrando una tendencia a mayores porcentajes en los cierres tempranos. Los porcentajes de germinación total y de vigor correspondientes a los momentos de máximos rendimientos de semilla fueron de 80, 78, 59 y 72 % y 55, 49, 27 y 49 % para los cierres S/C, 29/9, 1/11 y 22/11 respectivamente. Los bajos porcentajes de germinación total como de vigor obtenidos en el cierre del 1/11 cosechado el 26/1, determinan que la cosecha deba dilatarse al siguiente momento a los efectos de aumentar dichos porcentajes.

SUMMARY

Four dates of closing and five moments of harvest were evaluated over the seed production and associated components in *Lotus pedunculatus* cv Maku, detecting a very significantly interaction between them. The maximum seed yield for every one of the closing dates didn't differ significantly being of 302, 243, 248 and 226 kg/ha for the 29/9, 1/11, 22/11 and S/C and they were registered the 12/1, 26/1, 14/2 and 26/1 respectively. Delaying the closing date produces delays in the optimum time to harvest the crop. In the closing dates of 29/9 and 1/11 a second peak of yield was insinuated in the last harvest. In all of the closing dates the crop maintained yields over 200 kg/ha for 32 days. In the harvests that the closing dates presented the maximum seed yield, the percent of open pods were fewer than 16 % and the percent of mature pods oscillated between 28 and 53 %. The maximum value of the total number of pods in all the closing dates was registered the 12/1. In the closing dates of the S/C, 29/9 y 1/11 was registered a second peak of total number of pods, being consequence of a second flux of flowering. The immature pods only depressed significantly in the closing dates of the 29/9 while the rest of closing dates the registered values were higher and similar between them, while the moments of harvests were the principal determinating of them. Both closing dates and moments of harvest affected the components that estimate the seed quality. The thousand seed weight registered in the maximum yield harvest was of 0.69, 0.73, 0.69 and 0.72 g. for the closing dates of the 29/9, 1/11, 22/11 and S/C respectively. The closing dates in average affected both the germination percentage and vigour, showing a tendency to higher percentages in the earlier closing dates. The total germination percent and vigour corresponding to the maximum yield harvest were of 80, 78, 59 and 72 % and 55, 49, 27 and 49 % for the closing dates of S/C, 29/9, 1/11 and 22/11 respectively. The low percentage of total germination as well as vigour obtained in the closing date of the 1/11 and the harvest of the 26/1 determinate that the harvest should be delayed till the next harvest so that the total germination get higher.

8. RESUMEN GENERAL

Se estudió el efecto de cuatro fechas de cierre y cinco momentos de cosecha en la producción de semillas y variables asociadas en *Lotus pedunculatus* cv Maku. Los rendimientos máximos obtenidos para cada cierre no difirieron significativamente entre si siendo de 302, 243, 248 y 226 kg/ha para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y S/C y se registraron el 12/1, 26/1, 14/2 y 26/1 respectivamente, retrasándose el momento óptimo de cosecha en la medida que los cierres también lo hacen. En todos los cierres el cultivo mantuvo rendimientos igual o superiores a los 200 kg/ha durante 32 días. En los momentos en que los cierres presentaron los máximos rendimientos de semilla, los porcentajes de vainas abiertas fueron inferiores al 16 % y los porcentajes de vainas maduras variaron entre 28 y 53 %. Los pesos de mil semillas registrados en los momentos de máximos rendimiento fueron 0.69, 0.73, 0.69 y 0.72 g. para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y S/C respectivamente. Promedialmente los cierres afectaron tanto los porcentajes de germinación como el vigor, mostrando una tendencia a mayores porcentajes en los cierres tempranos. Los porcentajes de germinación total y de vigor correspondientes a los momentos de máximos rendimientos de semilla fueron de 80, 78, 59 y 72 % y 55, 49, 27 y 49 % para los cierres S/C, 29/9, 1/11 y 22/11 respectivamente. Adicionalmente se estudio la evolución de la semillazón del cultivo en: INIA, La Estanzuela del 12/12 al 6/3, SUL, Cerro Colorado del 27/12 al 23/1 y UTU, Ismael Cortinas del 27/12 al 29/1. Los rendimientos máximos se registraron el 17/1, 9/1 y 16/1 y fueron 342, 206 y 187 kg/ha respectivamente. Cuando se registraron los máximos rendimientos de semilla los porcentajes de vainas abiertas fueron inferiores al 6 % mientras los porcentajes de vainas maduras oscilaron entre 35 y 63 %. En el caso de La Estanzuela se registró un 2^{do} pico de menor potencial en la segunda quincena de febrero. Los pesos de mil semillas en los momentos de máximos rendimientos fueron de 0.73, 0.65 y 0.75, mientras los porcentajes de germinación fueron de 97 y 87 % para los experimentos de L.E., S.U.L. y U.T.U. respectivamente.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, S. R. 1955. Development of pods and seeds of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L., as related to seed yields. *Agronomy Journal* 47:483-487.
2. BEUSELINCK, P. R.; MCGRAW, R. L. 1983. Seedling vigor of three lotus species. *Crop Science* 23:390-391.
3. BLUMENTHAL, M.; KELMAN, W.; LOLICATO, S.; HARE, M.; BOWMAN, A. 1993. Agronomy and improvement of *Lotus*: a review. In National workshop on the role of alternative legumes in pastoral agriculture (2., 1993, Coonawarra, Australia). *Alternative legumes: proceedings*. Edited by D.L. Michalk; A.D. Craig., WRDC. p. 43-54.
4. CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo. Hemisferio Sur. 518 p.
5. _____, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1994. *Lotus pedunculatus*: adelantos sobre una forrajera que promete. Montevideo, INIA. (Serie Técnica No. 45). 14 p.
6. CENTRO DE INVESTIGACIONES "ALBERTO BOERGER". 1973. Calidad de las semillas finas. Estación Experimental La Estanzuela (Uru). Boletín de Divulgación No. 24. 20 p.
7. CHARLTON, J.F.L. 1989. Temperature effects on germination of 'Grasslands Maku' lotus and other experimental lotus selections. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 50:197-201.
8. DEGRANDI-HOFFMAN, G.; COLLISON, C.H. 1982. Flowering and nectar secretion as they relate to honeybee foraging activity in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). *Journal of Apicultural Research* 21 (4):199-207.
9. FORDE, B.J.; THOMAS, R.G. 1966. Flowering in *Lotus pedunculatus* Cav.: effects of photoperiod. *New Zealand Journal of Botany* 4 (2):147-152.
10. HAMPTON, J.G.; LI, Q.; HARE, M.D. 1989. Growth regulator effects on seed production of *Lotus corniculatus* L. and *Lotus uliginosus* Schkuhr. In *International Grassland Congress (16., 1989, Nice, France)*. *Proceedings*. p. 631-632.

11. HARE, M.D.; LUCAS, R.J. 1984. 'Grasslands 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* 2:58-64.
12. _____, M. D. 1984. 'Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) seed production: 2. effect of row spacings and population density on seed yields. *Journal of Applied Seed Production* 2:65-68.
13. _____, M. D. 1985. 'Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) seed production: 3. effect of time of closing and severity of defoliation on seed yields. *Journal of Applied Seed Production* 3:1-6.
14. _____, M.D.; ROLSTON, M.P. 1985. Scarification of lotus seed. *Journal of Applied Seed Production* 3:6-11.
15. _____, M.D.; ROLSTON, M.P. 1990. White clover control in 'Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus*) seed crops. *Proceedings of the New Zealand Weed and Pest Control Conference* 43:130-133.
16. _____, M.D. 1992. Inter- and cross-row cultivation, Atrazine application and band spraying effects on 'Grassland Maku' lotus (*Lotus uliginosus* Schk.) seed production. *Journal of Applied Seed Production* 10:78-83.
17. HILL, M.J.; WITCHWOOT, S. 1990. Vegetative and reproductive development in *Lotus uliginosus* Schk. cv. 'Grassland Maku'. *Applied Agricultural Research* 5 (3):169-175.
18. _____, M.J.; SUPANJANI. 1993. Reproductive abortion in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). In *International Grassland Congress (16., 1989, Nice, France)*. *Proceedings*. p. 1645-1646.
19. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1993. The germination test. In *International rules for seed testing*. *Seed Science and Technology* 21 (suppl.): 141-165.
20. JOFFE, A. 1958. The effect of photoperiod and temperature on the growth and flowering of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). *South African Journal of*

Agricultural Science 1 (4):435-450.

21. LANCASHIRE, J. A.; GOMEZ, J. S.; MCKELLAR, A. 1980. 'Grassland Maku' lotus seed production: research and practice. In Lancashire, J. A. ed. Herbage seed production. (Grassland research and practice series No. 1). p. 80-86.
22. METCALFE, D.S.; JOHNSON, I.J.; SHAW, R.H. 1957. The relation between pod dehiscence, relative humidity and moisture equilibrium in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus*. Agronomy Journal 49 (3):130-134.
23. MIÑÓN, D.P.; SEVILLA, G.H.; MONTES, L.; FERNANDEZ, O. 1990. *Lotus tenuis*: leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (Arg.). Boletín Técnico No. 98. 14 p.
24. NEAL, G.W. 1983. Maku lotus seed production in practise. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 44:36-41.
25. REBOLLO, J.P.J.; DUHALDE, L. E. 1987. Evolución de la semillazón y características asociadas en *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 59 p.
26. RISSO, D.F.; COLL, J.; ZARZA, A. 1990. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos en suelos sobre cristalino (I). In Seminario Nacional de Campo Natural (2., 1990, Tacuarembó, Uru.). Montevideo, Hemisferio Sur. p. 219-230.
27. _____, F. 1991. Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. In Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. ed. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. (Serie Técnica No. 13). p. 71-82.
28. SCOTT, R. S. and LOWTHER, W. L. 1980. Competition between white clover 'Grasslands Huia' and *Lotus pedunculatus* 'Grasslands Maku': I. shoot and root competition. New Zealand Journal of Agricultural Research 23 (4):501-507.
29. SEANEY, R.R.; HENSON, P.R. 1970. Birdsfoot trefoil.

Advances in Agronomy 22:119-157.

30. SHEATH, G. W. 1976. A descriptive note on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav. Proceedings of the New Zealand Grassland Association Conference 37 (2):215-220.
31. _____, G.W. 1980a. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. 'Grassland Maku'. New Zealand Journal of Agricultural Research 23 (2):191-200.
32. _____, G.W. 1980b. Production and regrowth characteristics of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. 'Grassland Maku'. New Zealand Journal of Agricultural Research 23 (2):201-209.
33. _____, G.W. 1981. *Lotus pedunculatus*: an agricultural plant? Proceedings of the New Zealand Grassland Association 42:160-168.
34. _____, G.W.; HOGSON, J. 1988. Plant-animal factors influencing legume persistence. In Trilateral Workshop (1988, Honolulu, Hawaii, USA). Persistence of forage legumes. p. 361-374.
35. STEPHENSON, A.G. 1984. The regulation of maternal investment in an indeterminate flowering plant (*Lotus corniculatus*). Ecology 65 (1):113-121.
36. STICKLER, F.C.; WASSOM, C.E. 1963. Emergence and seedling vigor of birdsfoot trefoil as affected by planting depth, seed size, and variety. Agronomy Journal 55:78.
37. TABORA, R.S.; HILL, M.J. 1990. An examination of vegetative and reproductive growth habits and their contribution to seed yield in 'Grasslands Maku' *Lotus* (*Lotus uliginosus* Schk.). Journal of Applied Seed Production 9:7-15.
38. _____, R.S.; HAMPTON, J. G. 1992. Effects of cycocel on growth and seed yield of *Lotus uliginosus* Schk. cv. Grassland Maku. New Zealand Journal of Agricultural Research 35:259-268.
39. THOMAS, R.G.; 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):241-254.
40. TWAMLEY, B.E. 1967. Seed size and seedling vigor in birdsfoot trefoil. Canadian Journal of Plant Science 47:603-609.
41. WEDDERBURN, M.E.; LOWTHER, W.L. 1985. Factors affecting establishment and spread of 'Grassland Maku' lotus in tussock grasslands. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 46:97-101.
42. WHITE, J. G. H. 1990. Herbage seed production: Maku lotus (*Lotus pedunculatus*). In Langer, R.H.M. Pastures: their ecology and management. Auckland, Oxford University Press. 1990. p. 402-404.

10. ANEXO

Anexo 1. Número de vainas totales (vainas/10 tallos).

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre			
	29/9	1/11	22/11	S/C
12/1	245 a A	251 a A	189 a B	221 a AB
26/1	182 b A	153 b AB	107 b C	134 bc BC
14/2	146 b B	229 a A	169 a B	176 ab B
20/2	170 b A	175 b A	164 a A	159 bc A
28/2	145 b A	160 b A	164 a A	120 c A

Nota: Las letras minúsculas comparan dentro de fecha de cierre y las letras mayúsculas comparan dentro de momentos de cosecha.

Anexo 2. Número de vainas maduras (vainas/10 tallos).

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre			
	29/9	1/11	22/11	S/C
12/1	80 a A	32 b B	4 d B	32 b B
26/1	96 a A	75 a AB	24 c C	63 a B
14/2	49 b B	80 a A	48 c B	54 ab AB
20/2	68 ab AB	49 b B	91 b A	74 a AB
28/2	70 ab BC	101 a B	137 a A	64 ab C

Nota: Las letras minúsculas comparan dentro de fecha de cierre y las letras mayúsculas comparan dentro de momentos de cosecha.

Anexo 3. Número de vainas inmaduras (vainas/10 tallos).

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre			
	29/9	1/11	22/11	S/C
12/1	159 a B	218 a A	184 a B	186 a AB
26/1	54 b A	51 c A	81 b A	53 bc A
14/2	47 b B	85 b A	111 b A	83 b A
20/2	34 bc A	27 cd A	41 c A	53 b A
28/2	3 c A	0 d A	20 c A	17 c A

Nota: Las letras minúsculas comparan dentro de fecha de cierre y las letras mayúsculas comparan dentro de momentos de cosecha.

Anexo 4. Número de vainas abiertas (vainas/10 tallos).

Momento de Cosecha	Fecha de Cierre			
	29/9	1/11	22/11	S/C
12/1	6 c A	0 c A	0 a A	2 a A
26/1	31 bc A	23 c A	1 a A	17 a A
14/2	49 ab A	63 b A	8 a B	39 a AB
20/2	67 a AB	99 a A	31 a C	32 a BC
28/2	71 a A	59 b A	6 a B	39 a AB

Nota: Las letras minúsculas comparan dentro de fecha de cierre y las letras mayúsculas comparan dentro de momentos de cosecha.