

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**MANEJO Y FERTILIZACION DE
SEMILLEROS DE LOTUS MAKU.**

AUTORES:

Leonel AGUIRRE VAZQUEZ

Matías FERRES FOSSATI

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1999**

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
(ORIENTACION AGRICOLA-GANADERA)**

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. Raúl Bermudez.

Ing. Agr. Enrique Moliterno

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Fecha: _____
25/11/99

Autor: _____
Leonel AGUIRRE VAZQUEZ

Autor: _____
Matias FERRES FOSSATI

AGRADECIMIENTOS

A los Ing. Agr. Raul Bermudez, Walter Ayala y Milton Carámbula por su constante colaboración.

A todo el personal de pasturas INIA Treinta y Tres por su ayuda en los trabajos duros.

A Mabel Oxley y toda la gente del laboratorio de semillas de INIA Treinta y Tres por su gran aporte en facilitarnos el trabajo.

A la Dirección del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y de la Estación Experimental del Este, por permitirnos realizar el trabajo.

A nuestras familias, amigos y novias por su constante apoyo y dedicación durante todos estos años de estudio.

A Dora Fagúndez del Establecimiento San Roque por su dedicación durante nuestra estadía.

A Virginia San Martín y Eugenia Pérez por su grata compañía durante el trabajo.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro N°</u>	<u>Página</u>
1. Correlación entre el número de flores por inflorescencia con el rendimiento de semilla.....	32
2. Correlación entre flores por inflorescencia y el cuajado en diferentes fechas de muestreo.....	36
3. Correlación entre el número de chauchas por umbela y el número de flores por Inflorescencia	38
4. Correlación entre el número de chauchas por umbela y el rendimiento final de Semilla.....	38
5. Correlación entre el número de semillas por chauchas y el rendimiento final de Semilla.....	41
6. Correlación entre el peso de mil semillas con el rendimiento de semilla.....	44
7. Correlación entre el peso de mil semillas y la calidad de las mismas	48
8. Correlación entre los factores de calidad de semilla	48

<u>Figura N°</u>	Página
1. Comparación entre fotoperíodo entre Treinta y Tres y Nueva Zelandia.....	27
2. Temperatura promedio y la de verano 98 – 99 para Treinta y Tres	28
3. Precipitaciones promedio y la del verano 98 – 99 para Treinta y Tres	29
4. Evolución de la floración	30
5. Evolución del número de flores por umbela apartir del 1° de diciembre	31
6. Evolución del peso seco de 10 umbelas apartir del 1° de diciembre.....	33
7. Efecto de los manejos previos en el número de chauchas por umbela en el muestreo del 15 de febrero	35
8. Evolución del número de chauchas por umbela apartir del 1° de enero.....	36
9. Evolución del porcentaje de cuajado apartir del 1° de diciembre	37
10. Evolución del número de semillas por chauchas apartir del 1° de enero	40
11. Peso de mil semillas para diferentes manejos previos en diferentes fechas.42	
12. Evolución del peso de mil semillas apartir del 1° de enero.....	43
13. Calidad de semillas en diferentes fechas.....	47
14. Evolución de diferentes categorías de semilla en las diferentes fechas	49
15. Rendimiento obtenido para las tres muestras.....	50
16. Rendimientos para cada uno de los manejos previos.....	51
17. Rendimiento para cada una de las fertilizaciones previas.....	53

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
<u>I. INTRODUCCION</u>	1
<u>2. REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 DESCRIPCION, CARACTERISTICAS GENERALES E IMPORTANCIA DE LA ESPECIE	3
2.2 ESTABLECIMIENTO	4
2.2.1 Epoca de siembra	4
2.2.2 Densidad de siembra	5
2.2.3 Fertilización e Inoculación	6
2.2.3.1 Fertilización nitrogenada en fase vegetativa	6
2.2.3.2 Inoculación	7
2.2.3.3 Rendimiento de semilla	8
2.3 DESARROLLO DEL CULTIVO	8
2.3.1 Vegetativo	8
2.3.2 Reproductivo	9
2.3.2.1 Componentes del rendimiento	10
2.3.2.1.1 Cantidad de flores	11
2.3.2.1.2 Flores por umbela	11
2.3.2.1.3 Chauchas por umbela	12
2.3.2.1.4 Semillas por chauchas	13
2.3.2.1.5 Peso de mil semillas	13
2.3.2.1.6 Calidad de semillas	14
2.3.2.2 Polinización	15
2.3.2.3 Cosecha	16
2.3.2.4 Manejo	17
2.3.2.4.1 Fertilización	17
2.3.2.4.2 Defoliación del semillero	19
2.3.2.4.3 Fechas de cierre	20
2.3.2.4.4 Herbicidas	21
<u>3. MATERIALES Y METODOS</u>	23
3.1 MATERIALES Y METODOS	23

I. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
4.1 CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	26
4.1.1 <u>Fotoperíodo</u>	26
4.1.2 <u>Temperatura</u>	27
4.1.3 <u>Precipitaciones</u>	28
4.2 CURVA DE FLORACION.....	30
4.3 FLORES POR INFLORESCENCIA.....	31
4.3.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	31
4.3.2 <u>Evolución del número de flores por inflorescencia</u>	31
4.3.3 <u>Correlación entre flores por inflorescencia y rendimiento final de semilla</u>	32
4.4 PESO SECO DE LAS UMBELAS.....	33
4.4.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	33
4.4.2 <u>Evolución del peso seco</u>	33
4.5 CHAUCHAS POR UMBELA.....	34
4.5.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	34
4.5.2 <u>Evolución del número de chauchas por umbela</u>	35
4.5.3 <u>Cuajado de flores</u>	36
4.5.3.1 <u>Evolución del cuajado en las diferentes fechas</u>	37
4.5.4 <u>Correlación entre el número de chauchas por umbela y flores por inflorescencia</u>	38
4.5.5 <u>Correlación entre el número de chauchas por umbela y el rendimiento final de semilla</u>	38
4.6 SEMILLAS POR CHAUCHAS.....	39
4.6.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	39
4.6.2 <u>Evolución del número de semillas por chauchas</u>	39
4.6.3 <u>Correlación entre el número de semillas por chauchas y el rendimiento final de semilla</u>	40
4.7 PESO DE MIL SEMILLAS.....	41
4.7.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	41
4.7.2 <u>Evolución del peso de mil semillas</u>	42
4.7.3 <u>Correlación entre el peso de mil semillas y el rendimiento final de semilla</u>	44
4.8 CALIDAD DE SEMILLA.....	44
4.8.1 <u>Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas</u>	44
4.8.1.1 <u>Efecto de los tratamientos en la germinación</u>	44
4.8.1.2 <u>Efecto de los tratamientos en las duras</u>	45
4.8.1.3 <u>Efecto de los tratamientos en las no viables</u>	45
4.8.2 <u>Calidad de las semillas en las diferentes fechas</u>	46
4.8.3 <u>Calidad de la semilla con relación al peso de la mismas</u>	47
4.9 RENDIMIENTO FINAL.....	50
4.9.1 <u>Efecto de los tratamientos en el rendimiento final</u>	51
4.9.1.1 <u>Manejo previo</u>	51
4.9.1.2 <u>Fertilizaciones previas</u>	52

5. <u>CONCLUSIONES</u>	54
6. <u>RESUMEN</u>	56
7. <u>SUMMARY</u>	57
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	58
9. <u>ANEXOS</u>	61

1. INTRODUCCIÓN

El *Lotus pedunculatus*, cv Maku tiene varias características agronómicas de importancia para la zona este de Uruguay, **Carámbula (1996)**. Es una especie perenne estival, con algo de producción invernal que prospera en suelos ácidos, con niveles altos de Al, donde el *Lotus corniculatus* no se adapta. También se desarrolla bien en condiciones extremas de humedad, por excesos hídricos. Utiliza eficientemente el fósforo, lo que la transforma en una leguminosa satisfactoria para situaciones extensivas y contiene una alta capacidad dadora de N, igualando al trébol blanco. Tiene un elevado potencial de producción primavera-estivo-otoñal, así como un elevado valor nutritivo, similar al de otras leguminosas de reconocida capacidad para mejorar el comportamiento animal. No produce meteorismo debido a que contiene niveles relativamente altos de taninos condensados.

A pesar de las virtudes descriptas, **Carámbula (1996)** destaca el lento potencial de rebrote, lo que requiere manejos cuidadosos mediante pastoreos rotativos, o aliviados e intensos alternados. El mismo autor y **Tabora y Hill (1990)** destacan los bajos rendimientos de semilla obtenidos generalmente con Lotus Maku como factor limitante para su uso generalizado.

Buscando explicaciones a los bajos rendimientos de semilla obtenidos, se han consultado especialistas en producción de semilla de Lotus Maku, en Nueva Zelanda. **Clifford (1998)**, en su informe no publicado, tratando de buscar las principales causas, se cuestiona si en latitudes de 34° sur, como lo es Uruguay, hay algún efecto morfofisiológico que afecte la producción de semilla de Lotus Maku, en comparación con los 40 a 46° sur de Nueva Zelanda. En el mismo informe, **Bruce - Smith (1998)** cuestiona si el Uruguay tiene una relación luz-oscuridad apropiada para una buena floración.

Otro aspecto que se destaca como factor determinante de la floración, además del fotoperíodo, es la temperatura. **Clifford (1998)** destaca que en Uruguay, la temperatura promedio mensual se encuentra 5° por encima que Nueva Zelanda y este aspecto se ve acentuado si se tiene en cuenta la posibilidad que en ese país tienen de aprovechar la temperatura, utilizando como herramienta la topografía montañosa.

Basándose en el análisis foliar y de suelo de las zonas donde se produce Lotus Maku en Uruguay, **Bruce - Smith (1998)** destaca deficiencias de K para la zona de U.E.P.P en Treinta y Tres, ya que el porcentaje en planta era extremadamente bajo; también encontró problemas con el Mn, ya que su nivel era considerablemente alto, detectando posible toxicidad por el mismo, o un probable antagonismo Mn-Mo, que provocaría restricciones en la síntesis de proteínas azufradas, como también lo explica la baja relación N-S. Otro elemento que señalaba problemas, fue el B, ya que los niveles

detectados indicarían una deficiencia de moderada a severa, lo que traería problemas en la polinización, y por lo tanto en la producción de semilla.

En base a estos informes, en 1998 - 1999 se realizó un experimento que combinó diferentes prácticas de manejo en la primavera temprana de 1998, buscando reducir el crecimiento vegetativo y favoreciendo así el reproductivo, con distintas fertilizaciones, con combinaciones de macro y micronutrientes, con el objetivo de corregir las deficiencias antes mencionadas.

Se analizó la variación de los componentes de rendimiento a lo largo del periodo reproductivo, a los efectos de determinar cómo afectan el rendimiento final y calidad de semilla. También se evaluó la calidad de los diferentes factores determinantes del rendimiento, para así compararlo con el país de origen de la especie.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS GENERALES E IMPORTANCIA.

El *Lotus pedunculatus* Schk. cv. Maku es una leguminosa tetraploide desarrollada en Nueva Zelanda. Allí tiene un alto potencial para ser usada en suelos ácidos (pH < 5,2), deficientes en fósforo; también es ampliamente difundida en suelos húmedos y poco fértiles de las zonas montañosas (Tabora y Hill 1992).

Estas características coinciden con los datos aportados por Sheath y Hay (1988), quienes mencionan el hecho de que la tolerancia a los pH bajos, a la toxicidad del Al, a los suelos deficientes en fósforo y su adaptación a los suelos encharcados, hacen del *L. pedunculatus* una planta competitiva y persistente cuando uno o más factores de éstos se combinan. Bajo estas condiciones *L. pedunculatus* puede ser pastoreada intensivamente y persistir. Si las condiciones de suelo son cambiadas y se favorecen a las especies acompañantes, el *L. pedunculatus* es muy sensible al manejo del pastoreo, ya que su lento potencial de rebrote la hace vulnerable a la competencia, si el pastoreo es frecuente y/o severo.

Según Tabora y Hill (1992), esta especie tiene una buena performance en zonas subtropicales como en Queensland, Australia pero también se la utiliza en zonas muy distintas donde la lluvia anual no supera los 600 mm, por lo que parecería que hay pocas restricciones climáticas para su cultivo en la mayoría de las zonas donde se produce semilla. A pesar de ello, son necesarios adecuados niveles de humedad en el suelo durante la etapa crítica de llenado de las chauchas, en los meses de enero y febrero, como mencionan Lancashire *et al.* (1980). Estos mismos autores también destacan que a pesar de que el lotus Maku crece bien en suelos ácidos y de bajos niveles de fósforo, no significa que la especie no responda al encalado ni a la fertilización fosfatada.

Esta leguminosa no sólo tiene buenas características en cuanto a su adaptación a diferentes tipos de suelos, sino también una excelente calidad, como lo destacan Tabora y Hill (1992) cuando mencionan que tiene mayor valor nutritivo para los animales que la alfalfa, el trébol rojo y el raigrás perenne, y no provoca meteorismo. A su vez Reid *et al.* (1974), citados por Jhon y Lancashire (1983) destacan que los taninos condensados presentes son de particular interés porque tienen la habilidad de formar complejos de proteínas by pass de las plantas y salivarias que son estables a pH ruminales, y que son responsables de la ausencia de meteorismo por parte de esta especie.

Montossi (1996) señala que la ubicación de los taninos condensados en el género *Lotus* se presenta principalmente en las hojas, con relación a tallos y componentes florales, tal cual ocurre en trébol blanco y trébol rojo. También destaca que las

concentraciones de taninos condensados aumentan en condiciones de baja fertilidad, magnificándose aún más este efecto para el caso de *Lotus pedunculatus*. En general en Nueva Zelanda la concentración de taninos condensados se incrementa cuando la planta crece en condiciones de estrés: baja fertilidad, suelos ácidos o bajas temperaturas.

Otras características nutritivas a destacar son las que mencionan Jhon y Lancashire (1983), quienes midieron digestibilidad *in vitro* de distintas leguminosas y encontraron 85 % para trébol blanco y alfalfa, y 83 % para lotus Maku y trébol rojo. En ese mismo trabajo, destacan que la ganancia de peso de animales en lotus Maku fue superior a los que se alimentaban con alfalfa o trébol rojo y sólo superadas por las de los que pastoreaban trébol blanco.

En lo que se refiere a la producción de semilla, Hare y Lucas (1984) destacan que las principales causas por las que se obtienen bajos rendimientos de semilla en lotus Maku son la floración indeterminada y la facilidad de la apertura de chauchas. Además, Hare (1992) señala que el lotus Maku es un cultivo difícil para producir altos rendimientos consistentemente.

2.2 ESTABLECIMIENTO

El lotus Maku tiene características de real interés, como ya se mencionó, pero para obtener un cultivo bien implantado a los efectos de lograr buenos rendimientos de semilla a lo largo del tiempo, se deben tener presente ciertas particularidades: tiene muy lento establecimiento, en particular en la estación fría, tiene lenta recuperación luego del pastoreo y tiene poca capacidad de competir con el trébol blanco y otras especies en suelos fértiles, como lo destacan Lancashire *et al.* (1980).

2.2.1 Epoca de Siembra

Las fallas en el establecimiento de lotus Maku son comunes tanto en Nueva Zelanda como en otras partes del mundo, como señala Charlton, (1989). Por esta razón Lancashire, *et al* (1980) recomiendan que se debe hacer todos los esfuerzos para lograr un ambiente tal que favorezca el rápido establecimiento del cultivo, en virtud de su lento crecimiento inicial.

Las causas de este lento establecimiento son las bajas temperaturas que inciden mucho en la cantidad de semilla que germina. Charlton (1989) concluyó que el porcentaje de germinación de lotus Maku declinó marcadamente con el descenso de la temperatura. A la semana de poner las semillas a germinar a 20° C, nació el 80%,

mientras que a 15° C hubo un 45%, y a 10° C solamente el 8% había germinado. A las dos semanas de iniciado el experimento, con los 15°C se había alcanzado el máximo, pero a 10° C sólo el 43% había germinado, y finalmente en un tratamiento de máxima 10° C y mínima 5° C, únicamente se encontró el 1% de la semilla germinada.

Por esto, la fecha de siembra es importante, como destaca ese autor. En dicho trabajo menciona que para la isla sur de Nueva Zelanda, es recomendable la siembra de primavera porque provoca que el Lotus Maku nazca en suelos con temperaturas en ascenso, mientras que en la isla norte (latitudes más parecidas a las de Uruguay) son preferibles las siembras de otoño, en especial en el mes de marzo, cuando el suelo todavía mantiene temperaturas relativamente altas y el contenido de humedad es adecuado.

2.2.2 Densidad de Siembra

Según Hare (1984), hay aproximadamente 1.200.000 semillas en un kilo de lotus Maku, de las cuales sólo 30 a 40 % producirán plantas después de sembradas. En este mismo sentido, Lancashire *et al.* (1980) señalan que la experiencia de los productores los ha llevado a plantar de 3 a 4 kgs/ha de semilla inoculada en surcos de 30 a 60 cm de distancia y a una profundidad máxima de 1 a 1,5 cm., sin especies acompañantes, y con esto es muy posible que se logre un buen y rápido establecimiento del cultivo.

Pero como dice Hare (1984), estas densidades, que son muy comunes en Nueva Zelanda, encarecen el establecimiento del cultivo debido a las altas densidades usadas. Este autor comprobó que si el lotus Maku se siembra a bajas densidades, se compensará produciendo más umbelas y se obtendrá mayor rendimiento por unidad de superficie que a altas densidades. Por esto, es que menciona que se puedan bajar las densidades de 2 a 4 kgs/ha a 0,5 a 0,75 kgs/ha de semilla, en hileras distanciadas de 30 a 45 cm. En este trabajo también se investigó cómo afecta la densidad a la producción de semilla y se menciona que las mayores distancias entre filas y las bajas densidades tuvieron significativamente más semillas por tallo, al producir más umbelas.

Esto coincide con lo que menciona el mismo autor en otro trabajo (1992) para semilleros de otras especies leguminosas, donde se demuestra que existe una estrecha y negativa correlación entre la densidad de plantas y el rendimiento en semillas. Las bajas densidades de entre 20 a 30 plantas por metro cuadrado dieron los mayores rendimientos en *Trifolium pratense* Clifford (1974), *Medicago sativa* Kowithayakorn y Hill (1982), *Lotus corniculatus* McGraw *et al.* (1986) y *Lotus uliginosus* Hare (1984). Como el lotus Maku es una leguminosa rizomatosa que producirá una masa de forraje muy densa en poco tiempo, hay que cuidar la densidad. También explicaría las disminuciones de los rendimientos de semilla que se registran en semilleros de lotus Maku a partir del

segundo año hasta el quinto año en función de un número de plantas excesivo (Hare 1992).

Otro punto interesante en el trabajo de Charlton (1989) es que encontró que el tamaño de la semilla incide mucho en el porcentaje de germinación; él menciona que a pesar de que todos los lotes demoraron y casi no crecieron en la primer semana del ensayo, a las dos semanas el lote de semilla más pesada había germinado por encima del 80% mientras que el de semilla más chica solo había llegado a alrededor del 50%. A la tercer semana del estudio, se dio la germinación en todos los lotes de semilla, pero existió una diferencia del 30% entre las semillas pesadas y las otras.

Hay que tener también en cuenta que dado que el porcentaje de semilla dura en lotus Maku es alto es necesario escarificar la semilla previo a la siembra, como lo señalan Hare y Rolston, (1985) citados por (Langer, 1972)

2.2.3 Fertilización e Inoculación.

2.2.3.1 Fertilización Nitrogenada en fase vegetativa

En lo que se refiere a la fertilización a la siembra la bibliografía menciona mucho la fertilización nitrogenada y no tanto la fosfórica, debido a que la primera tiene gran incidencia en otros aspectos tales como la inoculación. Así Lancashire *et al.* (1980) mencionan de que cabría la posibilidad de agregar hasta 40 unidades de N, especialmente durante el periodo de establecimiento, porque los estudios de nutrientes demostraron que los plantines de Lotus son más sensibles a la deficiencia de este nutriente con respecto a, por ejemplo, el trébol blanco. También se agrega en ese mismo estudio que es útil aplicar nitrógeno y fósforo a la siembra porque ayudan a acelerar el proceso de establecimiento, ya que el sistema fijador de N en Lotus Maku tarda un año en desarrollarse.

Para los distintos nutrientes Carámbula (1981) cita a varios autores que encontraron que *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Melilotus officinalis* y *Trifolium repens* respondían en forma notoria cuando se les agregaba nitrógeno inorgánico. En este último caso, las plantas presentaban mayor desarrollo y mostraron que a través del proceso simbiótico, eran capaces de autoabastecerse de nitrógeno con sólo $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ partes del total del nutriente requerido para su máximo crecimiento.

Relacionado con esta cualidad este autor indica que al iniciarse el desarrollo reproductivo el proceso de nodulación sufriría ciertas modificaciones. Así mismo también cita a varios autores que han encontrado que en varias especies de leguminosas el proceso de floración causa una disminución muy grande en el número de nódulos y en el tamaño de los mismos.

Andrew, (1964), citado por el mismo autor, observó los efectos ocasionados por la deficiencia de nitrógeno durante la floración en la producción de semilla de la leguminosa anual *Medicago laciniata*, y determinó que la escasez de este nutriente provoca una demora en la apertura de las flores, un menor cuajado de los frutos y disminuye notablemente el desarrollo de las semillas, pudiendo afectar además la dureza y viabilidad de las mismas.

Por otra parte, **Wedderburn (1986)** establece que las reducciones en el número de plantas establecidas obedecen probablemente al agregado de N que inhibe la nodulación. Tampoco se obtuvo una mayor supervivencia durante el invierno si se agregaba N, y los porcentajes de plantas noduladas descendían a medida que aumentaba la dosis de N. Otro factor que destaca es que al aplicar N se promueve la competencia por parte del tapiz existente y esto va en contra del crecimiento del lotus Maku en ese primer año. Por todo lo anteriormente mencionado concluye que el fosfato de amonio no es la fuente ideal de fósforo para agregar en el primer año de cultivo ya que el componente N va en detrimento del establecimiento del mismo. Los efectos negativos del N se pueden evitar si la aplicación se realiza luego de la germinación, cuando está rápidamente disponible para la planta, y puede llegar a favorecer el establecimiento y la nodulación. A pesar de ello señala que otra forma de realizar la fertilización N a la siembra es peletar la semilla con algo de N para que sólo sea aprovechado por ésta.

2.2.3.2 Inoculación

La inoculación es esencial en el establecimiento de cualquier cultivo de leguminosas. Cada especie tiene su cepa como lo marcan **Erdman y Means (1949)**, citados por **Seaney y Henson (1970)**, quienes aislaron cepas de Rhizobios que aunque algunas eran efectivas e inefectivas para las especies *L. corniculatus* y *L. tenuis*, eran inefectivas para *L. pedunculatus*.

En lotus Maku el sistema para fijar N puede demorar hasta un año para empezar a funcionar, según **Lancashire et al. (1980)**, y ya como lo destaca **Wedderburn (1986)** el sistema tiene una relación negativa con el agregado de N a la siembra; el N redujo el peso de las plantas y el número de nódulos en las mismas. También éste último agrega que una reducción en el establecimiento se puede dar porque el N inhibe la nodulación y favorece a la vegetación residente.

Wedderburn (1986) destaca además que al incrementar la cantidad de inóculo mejoró el establecimiento porque favoreció la nodulación, la sobrevivencia invernal de plantas, y aumentó el crecimiento individual de las mismas. Otro factor que marca como influyente en la nodulación del lotus Maku es la acidez del suelo; en su estudio señala que encalar el suelo mejoró la nodulación en pH de 4.6, pero no así en suelos que tenían 5.1. El peletar la semilla tuvo un efecto parecido al encalado, ya que tuvo respuesta en

pH de 4.6. A pesar de esto el incremento de la cantidad de inóculo utilizada tuvo un efecto parecido al peleteado, pero este último se perdió en un año, mientras que el aumento de inóculo no. Por todo esto recomienda incrementar la cantidad de inóculo utilizada con respecto a la recomendada en lugares donde respondería a peletear la semilla.

2.2.3.3 Rendimiento de semilla.

En el trabajo realizado por **Hare (1984)**, se encontró que los rendimientos varían desde 860 a 880 kilogramos por hectárea. Estos rendimientos son muy superiores a los 89 kilogramos que se obtuvieron en promedio, a nivel comercial, en el año 1982 entre los productores de Nueva Zelanda, o a los 200 a 300 kilos que obtuvieron los productores de punta.

En Uruguay, **Bascou y Costa (1995)**, estudiaron el efecto de los distintos momentos de cierre, con relación al rendimiento máximo, y encontraron que el cultivo, independientemente de su fecha de cierre, mantuvo rendimientos superiores a los 200 kilogramos por hectárea por más de 30 días.

2.3 DESARROLLO DEL CULTIVO

2.3.1 Vegetativo

El crecimiento está determinado por varios factores como lo indican **Tabora y Hill (1990)**. Estos autores mencionan que el *lotus Maku* responde rápidamente a cambios en el fotoperíodo, la temperatura y las lluvias. Durante la estación fría, en los meses de junio y julio (promedio de temperatura de 8.8 y 7.7°C y fotoperíodo de 9.3 y 9.5 horas respectivamente) la planta forma muy pocos tallos y nudos nuevos. Al incrementarse tanto la temperatura como el largo del día, debido al comienzo de las estaciones cálidas como primavera y verano, se empieza a dar un importante aumento de la tasa de crecimiento de estas estructuras. El desarrollo de rizomas puede demorar de 4 a 6 meses si es una siembra de primavera, y hasta un año si es de otoño, (**Lancashire et al. 1980**).

La investigación llevada a cabo por **Tabora y Hill (1990)** del crecimiento del *lotus Maku* muestra un estudio más detallado en cuanto al tipo de estructura que se formaba en cada etapa del desarrollo. En este trabajo mencionan que en todos los meses se forman tallos principales, luego, de éstos se forman los tallos laterales primarios que varían en cuántos nacen por mes, de acuerdo con la intensidad de los factores determinantes del crecimiento. También destacan que el mayor número de nacimientos de los laterales primarios se da en los tallos principales formados en los meses de

setiembre, octubre y noviembre, y que éstos son el 70% de los tallos laterales primarios que están presentes en la cosecha. Asimismo nacen tallos laterales secundarios que son de menor importancia.

Por otro lado, **Hill y Witchwoot (1990)** realizaron un estudio del crecimiento del lotus Maku siguiendo el mes de formación de los estolones, y encontraron que todos los estolones formados en los meses de mayo y junio, y la mitad de los formados en julio, no sobrevivían hasta la cosecha. Los sobrevivientes de julio, y los formados en los meses de agosto, setiembre y octubre fueron los que produjeron estructuras reproductivas, mientras que sólo florecieron el 11% de los formados en noviembre.

Respecto al crecimiento vegetativo, **Hare, (1992)** agrega que si el lotus Maku produce demasiados tallos, muchos de ellos se mantienen en estado vegetativo o fallan en la ramificación y producirán menos cantidad de umbelas por unidad de superficie. Probablemente ésta sea una de las principales causas de que los rendimientos disminuyan desde el segundo al quinto año del semillero.

2.3.2 Reproductivo

El crecimiento reproductivo empieza unas 26 semanas luego de una siembra de otoño, según **(Hill y Witchwoot, 1990)**.

Los primeros botones florales se encontraron a fines de octubre, cuando el largo del día fue de 13,6 a 13,9 horas, pero eran visibles en el ápice del tallo a principios de noviembre. La floración comenzó en la tercera semana de noviembre, cuando el largo del día era alrededor de 14,6 horas, **(Tabora y Hill, 1992)**. Encontraron también que los tallos principales, los laterales primarios y los secundarios laterales contribuyeron con el 37,9%, 52,9% y 9,2% respectivamente, de las umbelas disponibles a la cosecha, y que el 78,3% de las umbelas con chauchas disponibles a la cosecha, fueron aportadas por todos los tallos formados en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Este trabajo también señala que de los tallos principales, aquellos formados en setiembre, octubre, noviembre y diciembre, aportaron el 81,7% del rendimiento total de semilla, mientras que los formados en junio, julio y enero contribuyeron con solamente el 18,3% del rendimiento de semilla. Aunque todos los tallos principales contribuyeron a la población de umbelas, la mayor parte provino de los tallos formados en noviembre, diciembre y enero, que colectivamente aportaron el 82,0% de las umbelas. A pesar de esto, al momento de la cosecha estaba inmaduro el 10% de las umbelas formadas en los tallos de diciembre, y el 80% de las formadas en los tallos de enero.

Cuando estudiaron los tallos formados entre agosto y diciembre, constataron que fueron los de mayor aporte reproductivo, en razón de que las condiciones de inducción

floral fueron favorables (desde 14 a más de 15 horas de luz diarias y temperaturas promedio que variaban desde 12,4 a 17,6°C en promedio).

En cuanto a la formación de yemas que producen flores, en octubre empezó en los tallos principales y en noviembre y diciembre aumentó a un alto porcentaje. (Hill y Witchwoot, 1990).

No obstante, no siempre un estímulo que induce la iniciación floral lleva a la floración. Se requiere un estímulo fotoperiódico más fuerte y mayores intensidades de luz que para la iniciación floral. Un débil estímulo inductivo provoca una lenta transición a estado reproductivo, mientras que un estímulo fuerte provoca un cambio rápido, siendo visible en solamente 7 días. (Thomas y Forde, 1967)

Otro factor que afecta el rendimiento de semilla del Lotus Maku para Hare, (1992), son las lluvias en los meses de verano.

Los abortos florales aumentan, cuando: el fotoperíodo está por debajo del número crítico de horas; la intensidad de luz es baja; se registran temperatura bajas o extremadamente altas; o hay estrés hídrico durante el desarrollo de las inflorescencias. según Halevy, (1975; 1984); Forde y Thomas, (1966) citados por Tabora y Hill, (1990). En las plantas que tienen botones florales jóvenes y flores abiertas, estos estrés ambientales promueven el aborto y la abscisión de los botones florales, mientras que los otros órganos son apenas afectados, Kinet, (1977) citado por Tabora y Hill, (1990). En el trabajo analizado se establece que el aborto de flores fue menor desde el 14 de diciembre al 17 de enero, con días entre 14,5 a más de 15 horas de duración, probablemente porque las condiciones para iniciación y desarrollo de flores del *Lotus pedunculatus* eran mejores según Forde y Thomas, (1966) citados por Tabora y Hill, (1990).

Es indispensable tener un profundo conocimiento del crecimiento del cultivo antes de recomendar prácticas de manejo que favorezcan tanto el crecimiento vegetativo como reproductivo, para poder lograr un mayor rendimiento de semilla.

2.3.2.1 Componentes del Rendimiento

El desarrollo desde el estado de botón floral hasta la polinización lleva de 30 a 35 días. En la polinización, las flores amarillas están totalmente abiertas, los pétalos están apenas marchitos, y algunos de los pétalos de las flores inferiores están desplazados, o apenas desplazados, por las chauchas en expansión. Desde la polinización hasta que las chauchas están de color marrón transcurren entre 30 y 47 días, dependiendo de las condiciones. Alrededor de los 45 días, ya se puede ver chauchas abiertas; en veranos calurosos y secos se pueden encontrar todas las chauchas abiertas, mientras que en

veranos húmedos permanecen cerradas por un mayor tiempo. Todo el proceso desde botón hasta chauchas maduras tiene una duración entre 75 y 90 días, dependiendo de las condiciones climáticas. En años húmedos puede observarse un nuevo crecimiento luego de emergidas las umbelas, lo que hace que las mismas queden perdidas dentro del canopy. (Hare y Lucas, 1984)

2.3.2.1.1 Cantidad de flores

Para *Lotus corniculatus* el número de inflorescencias es el factor de rendimiento más incide en la producción de semilla; hay una correlación alta y positiva entre rendimiento final de semillas y el número de inflorescencias producidas, según Li y Hill, (1987) quienes encontraron que el número de inflorescencias alcanzaba un pico a principios de enero, para después bajar rápidamente.

Tabora y Hill, (1990) encontraron, para lotus Maku, que la curva de floración es influenciada por el largo del día; el número de flores abiertas aumenta con el largo del día, hasta un máximo, y luego decrece a medida que bajan las horas de luz. Las primeras flores abiertas aparecen alrededor del 22 de noviembre, cuando el día tiene 14,7 horas.

Las primeras flores aparecieron en los primeros 21 días, entre el 22 noviembre y el 13 de diciembre, cuando las horas de luz son de 14,7 a 15,1. El período medio de floración fue desde el día 22 al día 56, o sea del 14 de diciembre al 17 de enero, con largos de día de 15,1 a 14,9 horas; este periodo se caracterizó por un rápido incremento en la cantidad de flores, marcando un pico en el día 42 (3 de enero), y una caída brusca 14 días después. La floración tardía apareció desde el día 57 al 91, desde el 18 de enero al 21 de febrero, con un largo de día decreciendo de 14,7 a 13,5 horas.

En promedio las plantas produjeron 823 umbelas, de las cuales 96 (11.7%) provienen de las primeras flores, 625 (76%), de las flores del período medio de floración y 102 (12.4%) de las flores del final del período. La mayor producción de las flores se concentra en un período corto de alrededor de 35 días. (Tabora y Hill, 1990).

2.3.2.1.2 Flores por umbela

Li y Hill, (1987) encontraron que el número de flores por inflorescencia para *Lotus corniculatus* descendía con el tiempo, y que no tenía una correlación importante con el rendimiento final de semilla.

Tabora y Hill, (1991), citados por **Lowther et al. (1992)** encontraron que el número de flores varía entre 3,8 y 9,8 por umbela, comparadas con las 8 a 11 informadas en otros trabajos.

En la floración temprana había un promedio de 10,7 flores por umbela en estado de botón floral, que decreció a 8,1 flores por umbela, cuando las flores abrieron 14 días después. Esta reducción significa una pérdida de 24% en esta etapa. En la floración media, al estado de botón se encontraban 19,9 flores por umbela que luego se transformaban en 11,1 cuando las flores se abrían, valores que representan un 7%. Las flores tardías tenían 12,1 flores por umbela al estado de botón, que se redujeron a 10,5 al estado de floración, un 13 % de pérdidas por aborto. El porcentaje promedio de abortos para todos los grupos de floración fue 14.5%.

2.3.2.1.3 Chauchas por umbela

Para *Lotus corniculatus*, **Li y Hill, (1987)** encontraron que el número de chauchas por inflorescencia permaneció constante durante el pico de floración, pero cayó un 50% al final del periodo, (principios de febrero). Este efecto refleja el cambio que ocurre en el número de flores por inflorescencia.

Hill y Witchwoot, (1990) hallaron que la mayoría de las inflorescencias presentes en noviembre contenía alto número de chauchas. Los tallos principales formados en agosto fueron los que tuvieron más chauchas (8.6 chauchas por inflorescencia), y el menor número de chauchas por umbela, 3.8, se encontró en diciembre en tallos laterales nacidos de estolones sobrevivientes de julio.

Existe una alta relación entre chauchas por umbela y cantidad de flores por umbela en la mayoría de los lugares donde se desarrollaron estudios, como destacan **Lowther et al (1992)**.

En la floración temprana se observaron 10.7 flores por umbela al estado de botón; días después, al estado de semilla madura, solamente 5.9 flores habían cuajado, lo que representa una pérdida de 45% entre botón y madurez de chauchas. En floración media, partimos de 19,9 flores por umbela al estado de botón y se llega a un total de 10,4 chauchas maduras por umbela, lo que significa un 13% de pérdidas. Por último, en floración tardía, al estado de botón se encuentran 12,1 flores por umbela, y se llega a 8,4, lo que significa 31% de abortos desde botón hasta madurez. La pérdida promedio desde flores abiertas hasta vainas maduras es de 16,9%, y una pérdida total de 29,4% desde botón floral hasta chaucha, según **Tabora y Hill, 1990**).

2.3.2.1.4 Semillas por chauchas

Li y Hill, (1987) encontraron para *Lotus corniculatus* que el número de semilla por chauchas permanecería relativamente constante a lo largo de todo el período de floración. Tabora y Mill, (1990), encontraron en *Lotus pedunculatus*, diferencias en el número de semillas por chauchas en los distintos meses de la floración. El número varía de 6,1 a 8,8 llegando al pico en umbelas de tallos nacidos en setiembre, y luego descende hasta un mínimo en tallos de diciembre y enero.

Hill y Witchwoot, (1990), determinaron el mayor número de semillas por chauchas, más de 7 en los meses de octubre y noviembre, en tallos formados en los meses de julio, agosto y setiembre. El menor número de semillas por chauchas, 1,2, lo encontraron en el mes de diciembre en los tallos formados en ese mismo mes. Lowther et al (1992), en su trabajo encontraron que el número de semilla por chauchas varió de 6.5 a 11.6.

Bajo diferentes condiciones ambientales Hare y Lucas, (1984), encontraron que la madurez de las semillas se observaba cuando las chauchas iban de un color violeta a marrón claro en la parte de arriba, y amarillo verdoso en la parte de abajo.

2.3.2.1.5 Peso de 1000 semillas

Charlton, (1989), destaca el peso de 1000 semillas como medida estándar para definir el tamaño de la semilla. Este autor cita a Jhonson, quien sostiene que en Nueva Zelanda los lotes comerciales de *Lotus pedunculatus* generalmente rondan alrededor de los 0,7 gramos cada 1000 semillas y registró también una correlación alta y positiva ($r^2=0,94$), entre el tamaño de la semilla y la germinación de la misma a bajas temperaturas.

El peso o el tamaño de las semillas depende de la competencia por metabolitos dentro de cada planta y entre las diferentes plantas del cultivo, (Donald, 1954 citado por Carámbula, 1981).

Los procesos que controlan el peso de las semillas son bastantes complejos y se ven afectados por factores tanto internos como externos. Dentro de los internos cabe mencionar el peso de las semillas que está relacionado con el estado de los tallos, siendo mayor en aquellos más vigorosos (Gibson y Humphreys, 1973), citados por Carámbula, (1981); mientras que dentro de los de los factores externos podemos citar temperatura, nutrientes y humedad del suelo. Con respecto a la temperatura, Akpan y Bean (1977), citados por Carámbula (1981), destacan que el mayor peso se da cuando las temperaturas son relativamente bajas y en lo que refiere a los nutrientes, la disponibilidad de fósforo en leguminosas afecta en forma apreciable al peso individual

de las semillas **Galgoczi (1963)**, citado por **Carámbula (1981)**, y por último con respecto a la humedad del suelo **Lambert (1967)**, citado por **Carámbula (1981)**, determinó que la disponibilidad de agua en el suelo durante el llenado de la semilla puede afectar su peso.

Hare y Lucas, (1984) encontraron que el peso máximo de 1000 semillas fue de entre 0,7 a 0,71 gramos.

Carámbula, (1994), cita que el peso de 1000 semillas varía entre 0,55 y 0,89 gramos.

En otro trabajo, **Hill y Witchwoot, (1990)**, señalan que generalmente la semilla más grande y pesada se forma en el mes de noviembre, 0.776 gramos por 1000 semillas. El mayor peso encontrado en este estudio, se dio en el mes de diciembre en tallos laterales formados en octubre, mientras que el menor peso, 0.3 gramos cada 1000 semillas, fue registrado en los tallos formados en noviembre. Asimismo, **Tabora y Hill, (1990)**, encontraron que había poca diferencia en el peso de semillas entre los distintos tallos, pero había una cierta tendencia a que se obtuvieran mayores pesos en los tallos formados desde agosto a noviembre, declinando hasta un mínimo en enero.

2.3.2.1.6 Calidad de semillas:

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)

Li y Hill, (1989) constataron, para *Lotus corniculatus*, que la cantidad de semillas duras empieza a aumentar 30 días después de floración, lo que está asociado a un descenso del porcentaje de semilla normal. Es claro que la dureza de la semilla está relacionada con la impermeabilidad de la capa de la misma, y ésta se empieza a desarrollar 30 días después de la floración. El porcentaje de semilla dura en *Lotus corniculatus* varía mucho, desde 19%, **McDonald, (1946)**, hasta más de 90%, **Brown, (1955)**. Los métodos de cosecha y el manejo post cosecha influyen en la cantidad de semillas duras; las semillas cosechadas a mano tienen niveles muchos mayores de semilla dura que cuando son cosechadas por máquinas. (**Mc Donald, 1946 y Brown, 1955**, citados por **Li y Hill, 1989**).

En *lotus Maku*, el contenido de semillas duras empieza a aumentar con relación a la baja del contenido de humedad por debajo del 40%. **Hare y Lucas, (1984)**, en dos años de estudio, observaron que había más de 90% de semilla dura si el porcentaje del contenido de humedad era inferior al 10%; 50 % de semilla dura si el contenido de

humedad era de alrededor del 20%; y un 75% de semillas duras si el porcentaje de humedad era 15%.

Para el lotus Maku, **Scott y Hampton, (1985)** citados por **Hare y Rolston, (1985)** encontraron que la cosecha mecánica pueden dejar altos niveles de semillas dura, mientras que éstos últimos obtuvieron 87% de semilla dura cosechada manualmente.

Charlton (1989) realizó una comparación entre materiales de *Lotus pedunculatus* y *Lotus corniculatus* a bajas temperaturas; mientras que en *Lotus corniculatus*, a las dos semanas, había 75% de germinación en *Lotus pedunculatus* tal valor fue inferior al 25%.

Hyde, (1954), citado por **Hare y Rolston, (1985)**, señala que cuando el contenido de humedad de la semilla estaba por debajo del 10%, la permeabilidad podría ser restaurada por un ablandamiento artificial. **Quinlivan, (1971); Mott et al, (1981); McKeon y Mott, (1982)**, citados por **Hare y Rolston, (1985)**, señalan que la exposición de la semilla a los cambios de temperatura del suelo también provoca el ablandamiento de la misma.

Según **Hare y Rolston, (1985)**, en Nueva Zelanda es común el uso de métodos abrasivos, de impacto o cóncavos de goma, para remover la suciedad de las semillas, que accidentalmente reducen el porcentaje de semillas duras.

Bascou y Costa, (1995) en un ensayo realizado en INIA La Estanzuela, encontraron que en los momentos de cosecha donde registraron los máximos rendimientos, 17 y 23 de enero, los porcentajes de germinación total fueron del 97 y 89 % respectivamente. Vale aclarar que en ese trabajo se tomó como germinación total la suma de semillas que germinaron y las duras, porque estas últimas conservan el potencial para crecer. A pesar de que se realizó una escarificación manual de la semilla se obtuvo un alto porcentajes de semilla duras, superior al 60%.

2.3.2.2 Polinización

El lotus Maku es una especie de polinización cruzada por lo que es indispensable la presencia de polinizadores. Para **Lancashire et al, (1980)** citados por **Langer et al, (1986)** cuando comienza la floración se deben introducir unas 4 colmenas por hectárea para asegurar una buena polinización. Otros autores que investigaron este tema fueron **Robert et al. (1970)** llegando a la conclusión de que hay que colocar colmenas de manera de encontrar 1 abeja por yarda cuadrada para asegurar la polinización de todas las flores.

Carámbula (1981), menciona que en la actividad de los insectos polinizadores influyen numerosas variables entre las que deben incluirse como las más importantes:

las condiciones climáticas, la hora del día, el tamaño del cultivo y el tipo de vegetación, pudiendo detectarse también variaciones muy importantes entre jornadas de trabajo. Entre las condiciones climáticas desfavorables deben citarse muy especialmente las temperaturas bajas, los vientos fuertes y las lluvias. En su estudio cita también los realizados por **Moriya et al.** (1958), quienes registraron una disminución de la cantidad de flores fecundadas como consecuencia de la ocurrencia de lluvias, fundamentalmente debida a una detención de la actividad de los insectos polinizadores.

Otro factor a tener en cuenta para asegurar una buena polinización del cultivo es la presencia de otras especies, ya que las abejas prefieren el néctar del trébol blanco y rojo antes del de lotus. También se observó que las abejas se desplazaban desde el trébol al lotus Maku cuando las temperaturas superaban los 30°C. (**Lancashire et al.** 1980)

2.3.2.3 Cosecha

El número de chauchas abiertas puede ser reducido por técnicas de cosecha cuidadosas y cortes del cultivo, cuando se observa entre 70 y 80% de las chauchas color marrón, siempre hay pérdidas de semilla. (**Lancashire et al.** 1980).

Si las condiciones son de temperaturas cálidas y baja humedad relativa puede darse una apertura de chauchas muy rápida, y si se retrasa la cosecha puede ocurrir que se pierda toda la semilla. Se realizó un experimento en una parcela que no fue cortada y, en solo 8 días, se observó que de un 11% de semilla caída se pasó a un 47%. En condiciones favorables se abren muy pocas chauchas o vainas aunque no se corte el cultivo. (**Hare y Lucas, 1984**).

Li y Hill, (1989) encontraron que en *Lotus corniculatus*, luego de la floración deben pasar unos 35 días para obtener chauchas maduras prontas para cosechar; es por esto que la recomendación es cosechar pasados 35 días del pico de floración.

En otro trabajo, **Tabora y Hill, (1990)**, señalan que es difícil elegir el momento para la cosecha, aunque se encontró que cuando las chauchas están marrones, y se observa solamente de un 3 a 4% de chauchas abiertas, es el momento justo para realizar la cosecha.

Hare y Lucas, (1984), también, determinaron que los cambios en los colores de las chauchas pueden brindar a los productores un indicador confiable del momento de la cosecha. Desde plena floración al estado de chauchas maduras hay un lapso de aproximadamente 30 a 40 días. El estado de plena floración es fácilmente determinable a campo, por lo que resulta fácil determinar el momento óptimo de cosecha.

El mejor indicador de la madurez de la semilla, y el contenido de humedad adecuado para realizar la cosecha es el color de las chauchas, según **Hare y Lucas, (1984)**. Estos autores determinaron que el primer paso a dar en la cosecha es cortar o disechar el cultivo, y después de pasados entre 2 y 8 días, dependiendo de las condiciones ambientales, se puede iniciar la cosecha.

Los productores pueden hacer un seguimiento de la floración y detectar el pico, contando las flores abiertas en pequeños cuadros. Las semillas de las chauchas formadas durante el pico son las que van a hacer el mayor aporte al rendimiento.

Se debe evaluar las condiciones ambientales 27 días después del pico para poder estimar cómo se dará la maduración y apertura de las chauchas; si se dan vientos cálidos y temperaturas por encima de 25°C las chauchas madurarán rápidamente. En el momento en que se detecten cambios de color y se observe la apertura de las mismas, se deberá comenzar con la cosecha.

La mayoría de los productores de semilla de lotus Maku, están a favor de cosechar cortando el cultivo, dejando desecar la gavilla y trillar posteriormente. El tiempo de secado de la gavilla va a depender, luego de un corte o aplicación de un agroquímico, de las condiciones ambientales. Al cortar o aplicar herbicida en el momento apropiado se reducen en gran medida los riesgos de pérdida de semilla y se dispone de más tiempo para la cosecha. Si se anticipa mucho el corte pueden producirse las mismas pérdidas, ya que muchas semillas no lograrán llenar el grano. Esto obedece al hecho de que la semilla de lotus Maku, se comporta en forma diferente a la de trébol blanco y trébol rojo; su desarrollo cesa una vez que se corta el cultivo.

2.3.2.4 Manejo.

2.3.2.4.1 Fertilización

2.3.2.4.1.1 Nitrógeno, Fósforo y Azufre

En lo que se refiere a la fertilización de semilleros de lotus Maku, **Hill y Witchwoot, (1990)**, encontraron que la fertilización en los meses de agosto y setiembre con N y P aumenta la producción de tallos y mejora por ende, la producción de semilla. Estos son los meses donde realmente se forman las estructuras vegetativas que darán origen a órganos reproductivos.

Stephenson, (1984), citado por **Tabora y Hill, (1990)**, encontró que para *Lotus corniculatus*, las plantas fertilizadas en el inicio de la primavera produjeron más flores por rama, flores por umbela, umbela por rama y semillas por rama o tallo, que las que tenían recursos limitados.

Otro nutriente de gran importancia y que **Carámbula, (1981)** menciona en su trabajo es el fósforo. Teniendo en cuenta los trabajos de investigación realizados por varios autores, y mencionados en este trabajo, el fósforo afectaría a la mayoría de los componentes de producción de semillas de las leguminosas. Así por ejemplo, se han observado efectos positivos en la iniciación floral **Huber, (1954)**, en el número de inflorescencias **Khein, (1965)**, en la secreción de néctar **Shuel, (1965)** y en el peso de mil semillas **Galgoczi, (1963)**, todos ellos citados en dicho trabajo.

Se ha comprobado que la falta de este nutriente está asociada con una floración retardada. **Wraight, (1958)**, también citado por **Carámbula, (1981)**, resaltan el efecto favorable del fósforo en acelerar la madurez de los semilleros, lo que facilitaría las condiciones para una buena cosecha, así como una menor pérdida de semillas y una mayor calidad.

En cuanto al azufre, **Carámbula, (1981)**, señala que aunque se sabe que es vital para el crecimiento de las leguminosas, existen escasas referencias específicas sobre su efecto en los procesos de floración y semillazón, ya que por su movilidad, su aplicación podría ser importante, especialmente en los casos en que se utilicen fertilizantes simples o compuestos que no incluyan este nutriente.

Jones y Robinson, (1970), citados por **Carámbula, (1981)**, observaron que una deficiencia en azufre provocaba una redistribución ineficiente del nitrógeno hacia las inflorescencias en las últimas etapas del desarrollo; el azufre afectaría el metabolismo del nitrógeno.

2.3.2.4.1.2 Boro:

Respecto a los micronutrientes, **Carámbula, (1981)** cita a numerosos autores que mencionan que el boro estaría afectando diferentes componentes de la producción de semillas: mayor número de inflorescencias **Hutcheson y Cocke, (1939)**, mayor número de flores por inflorescencia **Montgomery, (1951)**, mayor cuajado de flores o sea mayores rendimientos por cabezuela **Grizzard y Matthews, (1942)** y mayor poder germinativo (**Kazarjan, 1960**).

Piland y Ireland, (1941), también citados por el mismo autor, observaron una mayor fertilidad en cultivos tratados con boro y **Zharinov, (1967)** observó que este elemento aumentó la formación de polen e incrementó la longitud del tubo polínico en *Medicago Sativa*, lo cual afectó favorablemente los rendimientos en semilla.

El rol benéfico del boro en los rendimientos de semilla estaría asociado a una mayor polinización, promoviendo un porcentaje mayor de azúcares totales en el néctar,

lo que alentaría un mejor trabajo de las abejas. Cabe destacar que se ha observado que las abejas buscan para cosechar aquellas flores que posean el porcentaje más alto de azúcares en el néctar.

Sin embargo la fertilización con boro tiene resultados variados dependiendo del nivel de este elemento que encontremos en el suelo. En general, se ha sugerido un valor crítico en el suelo de 0,5 ppm y la aplicación se realiza con pulverizaciones foliares o fertilizaciones.

2.3.2.4.1.3 Molibdeno:

El molibdeno es otro elemento analizado por **Carámbula, (1981)**. Se puede afirmar que su efecto sería indirecto ya que actuaría básicamente promoviendo una mejor nodulación y en consecuencia aumentando la disponibilidad de nitrógeno por parte de las plantas. En este aspecto **Sorteberg, (1961)** demostró que los requerimientos de molibdeno eran mayores por parte de las bacterias que por parte de las leguminosas. El efecto directo sobre la nodulación ha sido observado por numerosos autores aunque éste sería variable de acuerdo con la especie considerada, (**Hewitt, 1958**).

Sin embargo, **Zharinov, (1967)**, demostró que las aplicaciones eran más eficientes cuando se realizaban en el momento en que las plantas se encontraban al estado de prefloración que si se hacía en el momento de la siembra. **Yakovleva, (1958)**, encontró que la pulverización con molibdeno en suelos ácidos, en la época de floración, incrementaba los rendimientos en semilla desde un 15% a un 30%, y que la fertilización aumentaba la eficiencia de este nutriente

2.3.2.4.1.4 Zinc y cobre

Según **Carámbula (1981)**, estos son dos micronutrientes cuya importancia varía con las disponibilidad de ellos en el suelos. El cinc y cobre, **De Bruyn (1966)** citado por el autor, destacan el efecto benéfico de los mismos en favorecer la germinación del polen en gramíneas. Otros autores, **Tisdale et al.**, señalan que los niveles altos de nitrógeno en planta impiden la traslocación de cobre desde las hojas viejas hacia las zonas más jóvenes donde es más necesario. También encontraron que el fósforo restringe la absorción de cobre por parte de las plantas.

2.3.2.4.2 Defoliación del semillero

Lancashire et al. (1980) citan que, para la isla norte de Nueva Zelanda, los cultivos de lotus Maku sembrados en otoño si son pastoreados probablemente no

producirán semilla en ese primer año, y **Hare, (1985)**, destaca que si los cultivos de lotus Maku son cortados se reduce el número de umbelas por tallo y las chauchas por umbela. Este autor también observó que los rendimientos individuales de los tallos y de las semillas por chauchas descendían, tanto si eran cortados a nivel del suelo como si se les realizaba un topping. Estos descensos se hacen más importantes si se les suma un retraso en la fecha de cierre desde setiembre hasta noviembre.

El lotus Maku tiene la característica de tener escaso crecimiento en el invierno y el principio de la primavera por lo que **Hare, (1985)** considera que el pastoreo de primavera no puede ser llevado a cabo si se quiere obtener el máximo posible de semilla. De esta manera quedan explicadas las caídas en los rendimientos de semilla que se dieron en la zona de Canterbury, Nueva Zelanda, debidas a los cortes realizados en los semilleros a nivel del suelo.

Con el tiempo la vegetación se puede volver demasiado densa por el desarrollo de los rizomas por lo que **Langer et al, (1986)**, señalan que los productores pasan una disquera en el invierno con el objetivo de reducir el tapiz. Antes se trataba de achicar la masa vegetativa por medio de pastoreos primaverales o toppings antes del cierre. La investigación llevada a cabo por **Hare, (1985)** muestra que tanto la reducción parcial o total del follaje reduce el rendimiento de semilla. Además, a medida que se atrasa la fecha de cierre descende la cantidad de semilla cosechada. Los máximos rendimientos se obtuvieron de semilleros que no se tocaron desde el inicio de la primavera.

Carámbula, (no publicado), señala que los semilleros de lotus Maku, deberían ser explotados como cultivos específicos para producción de semilla y que la utilización de doble propósito, pastura – semilla, tendría que ser aplicada con restricciones. El animal entonces entraría al cultivo, fundamentalmente como herramienta de manejo, por períodos determinados de tiempo.

En este sentido, se debe recordar que los semilleros de lotus Maku admiten pastoreos solamente hasta apenas entrada la primavera y se deben tomar precauciones, evitando situaciones riesgosas a fines del invierno. Por otra parte, para alcanzar la máxima producción de semilla de lotus Maku el cultivo deberá ser manejado en otoño, de forma muy diferente, a como tendrá que ser manejado si se pretende tener la máxima producción de forraje.

2.3.2.4.3 Fecha de cierre

En lo que refiere a la fecha de cierre **Lancashire et al. (1980)** recomiendan que los cultivos estén cerrados para fines de setiembre porque observaron que en la zona de Lincoln, tanto el rendimiento de semilla como el peso de las semillas de Maku, presentaban una importante reducción, si los cultivos eran cerrados después del primero

de octubre. **Neal, (1983)** destaca que fechas de cierre de mediados de octubre, luego de pastoreos o cortes, provocaban bajos rendimientos al compararse con cierres más tempranos. A pesar de esto, **Neal, (1983)**, citado por **Hare, (1992)** prefiere cierres de octubre debido a que se llega a la cosecha con menos masa vegetativa y se reduce la apertura de chauchas, al cosecharse en marzo cuando las temperaturas son menores.

Hare, (1992) pensaba que cualquier corte severo, luego de iniciado el crecimiento de primavera iba en detrimento del rendimiento de semilla, y que un topping alto concentraría la floración permitiendo así un manejo más fácil durante la cosecha. Debido a esto, realizó un estudio donde comparaba distintas fechas de cierre y distintas intensidades de defoliación. Este mismo autor concluye que retrasar la fecha de cierre, y realizar una defoliación severa en este momento, son medidas que atentan contra la obtención de altos rendimientos de semilla de lotus Maku. Al atrasar las fechas de cierre no varía el número de chauchas por umbela, ni el peso de 1000 semillas; por lo tanto, concluye que los cierres de noviembre en adelante reducen significativamente el rendimiento de semilla, lo que también observó **Clifford, (1975)**. Sin embargo, los cierres más temprano (setiembre), con un corte a nivel del suelo, también bajan el rendimiento.

Para **Sheath, (1980)** citado por **Hare, (1992)** estos descensos en rendimiento, pueden estar explicados por una lenta recuperación de la defoliación o por un lento crecimiento, debido a que en el lugar donde se hicieron los ensayos no se alcanzaron los 15°C de temperatura hasta noviembre.

Para las condiciones de Uruguay, (INIA La Estanzuela), **Bascou y Costa, (1995)**, concluyeron que el momento óptimo de cosecha varió en función de la fecha de cierre, retrasándose en la medida que los cierres se retrasan. Se determinaron rendimientos de semilla máximos para los cierres del 29/9, 1/11, 22/11 y sin corte, que fueron de 302, 243, 248 y 226 kilogramos por hectárea, y se registraron el 12/1, 26/1, 14/2 y 26/1 respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

2.3.2.4.4 Herbicidas

Los rendimientos de semilla dependen del número de inflorescencias producidas, lo que en Lotus es equivalente a la cantidad de tallos producidos. Según **Hare, (1984 – 1987)**, la aplicación de herbicidas como la atrazina, tarde en la primavera en Lotus provocaría una reducción en la densidad de follaje, lo que incrementa el número de estructuras reproductivas.

Hare, (1992) también encontró efecto de la atrazina, ya que una aplicación de 2 kilogramos por hectárea de ingrediente activo en forma fraccionada (1,5 Kg./ha y 0.5

Kg./ha 3 semanas después) provoca un aumento de 118% en rendimiento de semilla. Los resultados en otros ensayos son, sin embargo, más variados y el efecto no es tan claro.

A pesar de los resultados obtenidos, este autor concluye que la desecación del cultivo detiene el desarrollo de rizomas y promueve el crecimiento y la formación de estructuras reproductivas en los meses de octubre, noviembre y diciembre, sin interferencias del crecimiento anterior. La siembra en suelos que mantengan mucha humedad, o donde se puedan dar lluvias abundantes luego del periodo de máxima floración, provoca que las estructuras reproductivas queden tapadas por un nuevo crecimiento. Por esto se recomienda la siembra en suelos adecuados, en lugares donde los meses de enero y febrero sean relativamente secos y frescos, para así obtener un mayor rendimiento de semilla y después poder aplicar otras prácticas de manejo tales como la aplicación de herbicidas.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES Y METODOS

El experimento se instaló sobre un mejoramiento de *Lotus pedunculatus* c.v. Maku sembrado en cobertura en 1994 con 4 kg/ha de semilla y 60 kg./ha de P₂O₅. Se refertilizó en otoño de 1995, 1996, 1997 y 1998 con 40 kg./ha de P₂O₅. El mismo está ubicado en la Unidad Experimental de Palo a Pique de INIA Treinta y Tres sobre un suelo Argisol de la Unidad de Suelos de Alférez.

El diseño experimental es de bloques divididos en 3 bloques al azar, en parcelas de 4 mt. X 4 Mt. Los tratamientos consistieron en un factorial de:

- tres manejos previos:

- **(T) testigo:** corte a 10 centímetros de altura el 22/9/98
- **(D) disquera:** 30 a 40% de destrucción del tapiz el 9/10/98
- **(H) herbicida:** Atrazina a 1kg/ha de producto comercial el 13/10/98

Cabe la aclaración de que el corte a 10 centímetros realizado en el testigo fue común a todos los tratamientos con disquera y herbicida.

- ocho tratamientos de fertilización:

- **Testigo:** fue aquel que no se le aplicó ningún nutriente
- **P:** se le aplicaron 60 kg./ha de P₂O₅ el 4/11/98
- **PN:** se aplicaron 40 kg./ha de nitrógeno el 4/11/98
- **PNS:** se aplicaron 50 kg./ha de yeso con 15% de S el 11/11/98
- **PNSB:** se aplicaron 2500 gr./ha de borato de sodio con 8,9% de B (Na₂BO₄) el 5/11/98
- **PNSCu:** se aplicaron 2500 gr./ha de sulfato de cobre con 39,7% de Cu (CuSO₄) el 5/11/98
- **PNSMo:** se aplicaron 375 gr./ha de molibdato de sodio con 46,6% de Mo (Na₂MoO₄) el 5/11/98
- **PNSZn:** se aplicaron 2500 gr./ha de sulfato de zinc con 40,4% de Zn (ZnSO₄) el 5/11/98

Es importante aclarar que todos los tratamientos con micronutrientes se le aplicó la misma dosis de fósforo, nitrógeno y azufre que los tratamientos sin los mismos. Las dosis de micronutrientes aplicadas son las que fueron recomendadas por P.T.P. Clifford (1998), y J. Bruce – Smith (1998).

Esquema N° 1: Distribución de las parcelas en un bloque

	PNSZn	P	PNSCu	PNS	PNSMo	PN	PNSB	Testigo
Herbicida								
Disquera								
Testigo								

En el esquema N° 1 se puede ver de la distribución de las parcelas en el bloque uno. En los restantes bloques la distribución fue similar, salvo que el orden fue cambiado debido a que tanto los manejos previos y las fertilizaciones fueron sorteados.

Se realizaron muestreos de floración en cuatro fechas: 15/12/98, 30/12/98, 15/1/99 y 30/1/99. En los casos en que no se alcanzaban 20 umbelas vigorosas no se marcaron ni se cosecharon considerándose parcela no florecida. Se marcaron 10 umbelas y se cosecharon otras 10 a las cuales se le determinaron número de flores por umbela y peso seco de las 10 umbelas. Se monitorearon semanalmente las 10 umbelas marcadas y al estado de madurez se cosecharon. Las fechas en que se cosecharon las parcelas fueron unos treinta días luego de registrada la floración. Se determinó en estas últimas el número de vainas por umbela, número de semillas por vaina, peso de mil semillas y germinación de las mismas.

Para la determinación del rendimiento de semilla limpia se cosecharon tres cuadros de 50 cm x 50 cm por parcela. Se ubicaron los tres cuadros de manera de que uno representara la mejor zona de la parcela, otro la peor zona y el restante una zona intermedia. El material de los tres cuadros se manejó en forma independiente dejándose secar a la sombra y trillándose con una trilladora experimental. Luego se zarandeó con zarandas de laboratorio, se pasó por flujo de aire y finalmente se terminó de sacar las impurezas manualmente.

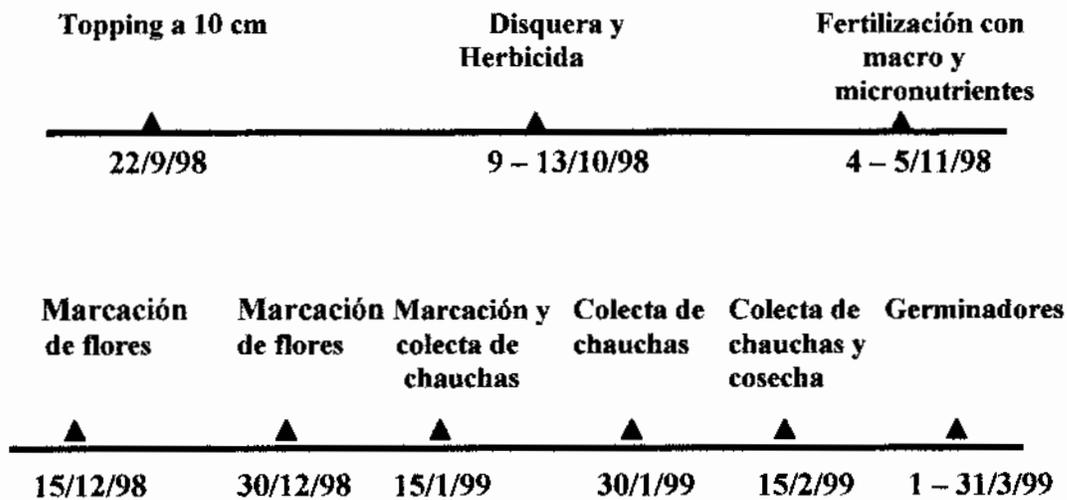
Debido a que la cosecha final coincide con la última fecha en que se levantaron los datos de floración, el peso de mil semillas y la germinación se corresponden con los obtenidos en esta fecha.

Se tomaron 100 semillas de cada muestra y se las colocó en cajas de Petri con papel filtro previamente humedecido colocándolas en una cámara de germinación a 20-

30 °C durante 20 días, realizándose un conteo al final debido a que a los cuatro días no se obtuvieron un número importante de semillas germinadas. Al final de la germinación, se clasificó a las semillas en tres lotes, germinadas, duras y no viables, considerando a la suma de semillas germinadas y duras dentro del mismo grupo, al que se llamó de semillas vivas.

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

Esquema N 2: Calendario de actividades



4. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados y la discusión de cada uno de los componentes de rendimiento, individualizando en cada uno de ellos las diferencias significativas, ($P_r > 10\%$) obtenidas dentro y entre fechas en la que se tomaron los datos, para los distintos tratamientos de fertilización, manejo previo y sus interacciones. Serán consideradas diferencias no significativas aquellos casos en que el valor de F sea superior al 10%.

4.1 CARACTERIZACION CLIMÁTICA.

Debido a que los factores climáticos son determinantes en la inducción de floración y producción de semilla del lotus Maku es que se destacarán las condiciones climáticas en que se desarrollo el experimento, comparando con promedios históricos de más de 30 años obtenidos en Treinta y Tres, así como también con Nueva Zelanda, país de origen de esta especie.

4.1.1 Fotoperíodo:

El fotoperíodo es fundamental en la inducción floral de esta especie, tal cual mencionan Clifford, (1998) en su informe sobre la producción de semilla lotus Maku. Por otra parte, Tabora y Hill, (1990), dividen la floración del *Lotus pedunculatus*, en 3 etapas. La primera desde que el fotoperíodo va desde 14,6 horas de luz a 15,1 horas, aproximadamente en la tercer semana de noviembre; la segunda y más importante, ósea cuando es el pico de floración que va desde 15,1 a 14,9 horas de luz, desde mediados de diciembre a mediados de enero, y por último la floración tardía cuando el fotoperíodo comienza a declinar por debajo de 14,7 hasta 13,5 horas donde ya no florece más prácticamente, ósea desde mediados de enero hasta fines de febrero en Nueva Zelanda.

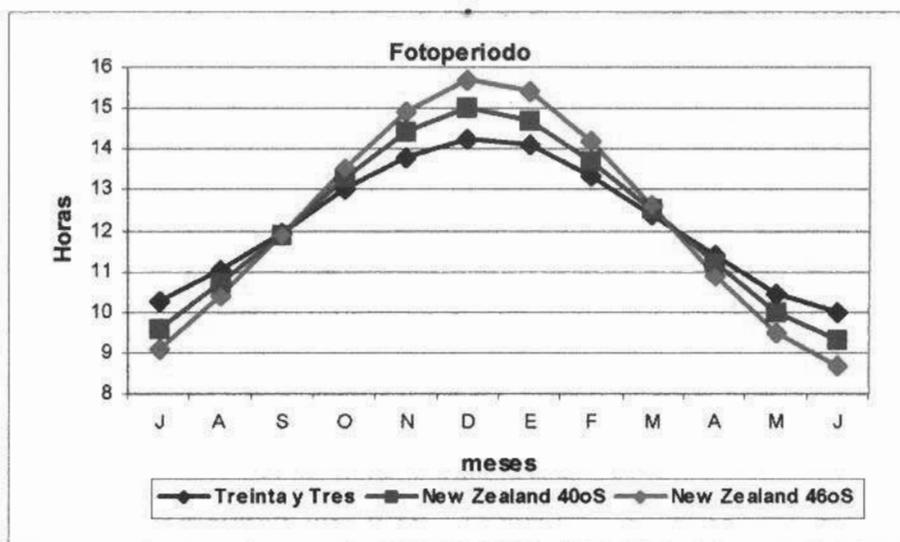


Figura N°1: Comparación del fotoperíodo entre Treinta y Tres y Nueva Zelanda

En la figura N°1 se puede apreciar que el fotoperíodo máximo en Nueva Zelanda es como mínimo 45 minutos mayor que en Treinta y Tres, en la zona norte de las islas, y como máximo es 1 hora, 45 minutos mayo, al sur de las mismas.

Según Tabora y Hill, 1992, los primeros botones florales se encontraron a fines de octubre, cuando el largo de día fue desde 13,6 a 13,9 horas en Nueva Zelanda, por lo que se puede interpretar que en Uruguay el período de inducción de floración es menor, desde mediados de noviembre a principio de febrero. Según Forde y Thomas, 1967 un estímulo que induce la iniciación floral, no necesariamente lleva una floración, también agregan que cuanto más fuerte el estímulo tal cual ocurre en Nueva Zelanda, donde el fotoperíodo en pocos días pasa desde 13,5 a más de 15 horas, más rápido se da la transición desde el estado vegetativo al reproducido. Por lo que se puede concluir que en Uruguay los cambios fenológicos se darán más lentos, por lo que no se logrará una floración como en el país de origen de la especie.

4.1.2 Temperatura

La temperatura es otro factor climático importante para determinar la floración y por ende la producción de semilla del lotus Maku. Es importante señalar que Clidfford, 1998 señala que en Uruguay las temperaturas son en promedio 5°C por encima que en Nueva Zelanda en los meses de verano. Tabora y Hill, 1992, determinaron que el período de inducción floral, donde el fotoperíodo fue adecuado para la inducción floral, las temperaturas media diarias variaban de 12,4 a 17,6°C.

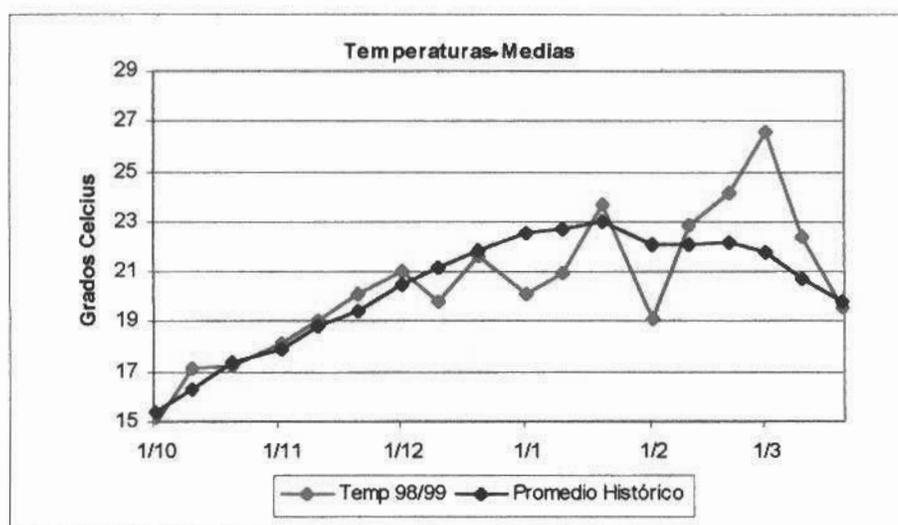


Figura N° 2: Temperatura promedio y verano 98 – 99 para la localidad de Treinta y Tres.

Nota = Promedio histórico desde 1973 – 1999 de la unidad Paso de la Laguna.

En la figura N°2 se muestra que en el verano 98 – 99 las temperaturas medias diarias desde mediados de diciembre a mediados de enero estuvieron entre 0,5 y 2,5 grados por debajo del promedio histórico.

También se destaca que la temperatura media diaria está 5 a 7°C por encima a la de Nueva Zelandia durante el período de inducción floral. **Tabora y Hill, (1990)**, destacan que temperaturas extremadamente altas, pueden provocar abortos florales.

4.1.3 Precipitaciones:

Hare, (1992) señala que el tercer factor meteorológico que interviene en la determinación de la inducción floral son las lluvias en los meses de verano. **Lancashire et al 1980**, señalan que son necesarios adecuados niveles de humedad en el suelo durante el período de llenado de chauchas en los meses de enero y febrero de Nueva Zelandia.

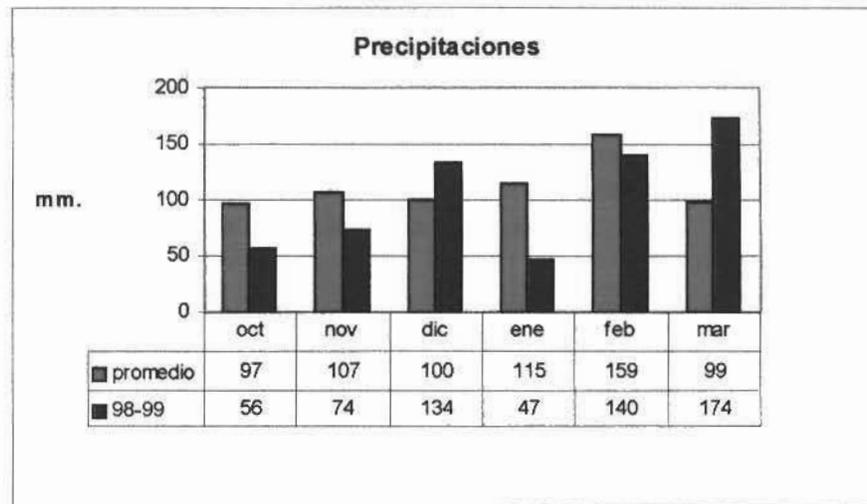


Figura N° 3: Precipitaciones promedio y verano 98 –99 de la localidad de Treinta y Tres.

Nota : Promedio histórico desde 1973 – 1999 para la unidad Paso de la Laguna

Se destaca una primavera con precipitaciones por debajo del promedio histórico. Por otra parte durante diciembre se registraron lluvias por encima del promedio, pasando luego a tener un mes de enero con escasas precipitaciones, echo que se ve diluido debido a las menores temperatura que se registraron durante dichos meses, lo que llevo a conservar la humedad del suelo.

4.2 CURVA DE FLORACIÓN

Se toma como curva de floración al número de parcelas que estaban florecidas en los momentos de realizar los muestreos, tomando como criterio, aquellas que presentaban un número mayor a 20 flores en cada parcela.

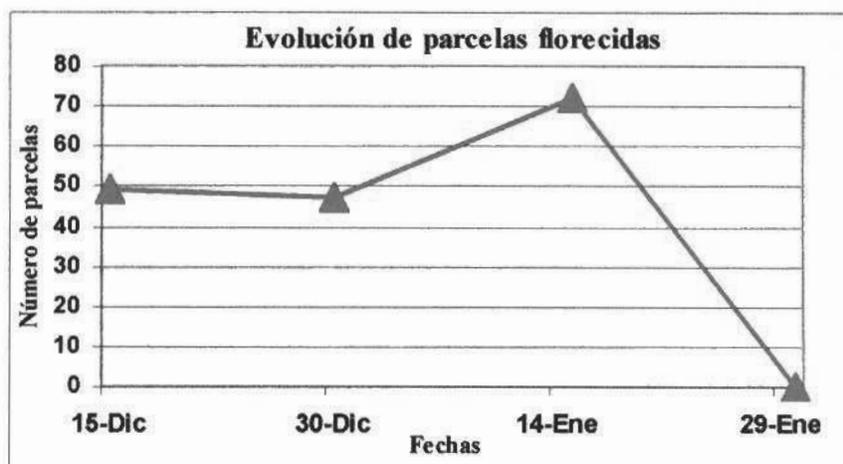


Figura N°4: Evolución de la floración

En la figura N° 4 se puede apreciar que existe un pico de floración a mediados de enero. El mismo se puede explicar debido a que durante la primavera, a pesar de que las temperaturas y el fotoperíodo aumentaban favoreciendo la inducción floral, no se produjo debido a un probable déficit hídrico por las bajas precipitaciones registradas durante la primavera.

En el mes de diciembre, la ocurrencia de abundantes precipitaciones, determinó que se produjera una concentración de la floración en el mes de enero. Por otro lado, a fines de enero, comienzos de febrero, el lotus Maku, no floreció debido a que las horas del fotoperíodo ya se encontraban por debajo de 13,9 horas, considerada como límite para provocar inducción floral, tal cual lo indican, **Tabora y Hill, (1992)**.

Hare y Lucas, 1984, determinaron que a los 27 días del pico de floración, la semilla estuvo lista para cosechar en lotus Maku, dependiendo el momento óptimo de las condiciones ambientales, para poder tener idea de como se dará la maduración y apertura de la chauchas, para determinar el momento óptimo de cosecha.

Por último, y de acuerdo a lo señalado por **Tabora y Hill, 1990**, el período de floración estudiado, por fechas coincide con el período medio de floración de Nueva Zelanda, donde se da el pico de floración, que va desde el 14 de diciembre al 17 de enero.

4.3 FLORES POR INFLORESCENCIA:

4.3.1 Efectos de los tratamientos en las diferentes fechas.

Se puede destacar que en ninguna de las tres fechas existe efecto de los diferentes manejos previos y de las diferentes fertilizaciones en determinar el número de flores por inflorescencia, con una probabilidad mayor a la fijada (ver anexo N°2). También se puede observar que no existe ningún tipo de interacción entre los diferentes tratamientos. Esto significa que los efectos de los manejos previos serían totalmente independientes de fertilizaciones aplicadas y viceversa.

4.3.2 Evolución del número de flores por inflorescencia.

En la figura N°5 se puede observar que el número de flores por inflorescencia aumenta desde 7,81 el 15 de diciembre, hasta 9,27 el 15 de enero.

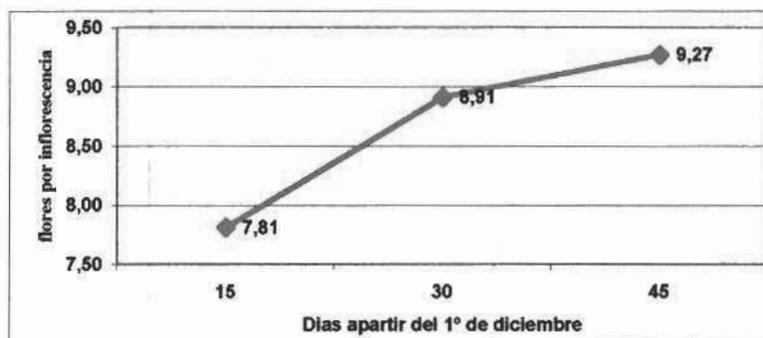


Figura N°5: Evolución del número de flores por umbela a partir del 1º de diciembre

En lo que refiere al número de flores por umbela, **Tabora y Hill, (1990)**, encontraron que el mismo variaba entre 3,8 y 9,8, y citan a trabajos que reportan desde 8 hasta 11. **Tabora y Hill, 1991**, determinaron para Nueva Zelanda que el número de flores por umbela varía según el período de floración. En floración temprana midieron como promedio 8,1 flores por inflorescencia; para el período medio de floración, determinaron 11,1, y para floración tardía 10,5.

Los resultados obtenidos en el ensayo serían comparables con los obtenidos por Tabora y Hill, 1991, para el período de floración temprana (ver anexo N°22). Esto puede estar dado debido a que el fotoperíodo pico en Treinta y Tres, es de 14,25 horas, lo que parecería ser un estímulo débil para provocar una buena floración en lotus Maku.

Además dicho fotoperíodo, coincide con el período inicial de floración en Nueva Zelandia.

El número de flores por inflorescencia parece ajustarse a un modelo cuadrático. A medida que se llega al pico de floración determinado en el ensayo, el número de flores tendería a tener incrementos decrecientes, llegando a un máximo el 15 de enero, con un número de 9,27 flores por umbela, por lo que se puede concluir que dichas flores fueron las mejores aunque estas no se correlacionaron con el rendimiento final tal cual se verá más adelante.

4.3.3 Correlación del número de flores por inflorescencia con el rendimiento de semilla

Como se aprecia en el cuadro N°1 las flores por inflorescencia no se correlacionaron con el rendimiento en ninguna de las tres fechas, para ningún tipo de muestra, por lo que se podría decir que las mismas no son un componente de importancia en determinar el rendimiento. Por otro lado es importante aclarar que las flores por umbela no se correlacionaron entre ellas entre las diferentes fechas.

Cuadro N°1: Correlación del numero de flores por umbela con el rendimiento de semilla

Rendimiento	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Alto			
Corr	0,215	0,104	0,051
α	0,122	0,488	0,669
Medio			
Corr	0,046	0,032	-0,046
α	0,744	0,832	0,699
Bajo			
Corr	0,024	-0,012	-0,105
α	0,866	0,935	0,378

Por último se puede concluir, con respecto a las flores de lotus Maku que el factor más importante en determinar el rendimiento es el número de flores por metro cuadrado, tal cual lo indican **Qingfeng y Hill, (1987)** para *Lotus corniculatus*, y no la calidad de las inflorescencias.

4.4 PESO SECO DE LAS UMBELAS.

4.4.1 Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas

Al igual que en el caso de flores por inflorescencia, en ninguna de las tres fechas existieron diferencias significativas, tanto para el manejo previo, como para las diferentes fertilizaciones, y sus interacciones, para el peso de 10 umbelas, (ver anexo N°4). El peso de las umbelas intenta reflejar el posible efecto de que umbelas más pesadas produzcan mayor cantidad de semillas, y o semillas más pesadas, debido a que las umbelas están compuestas de flores más grandes, o que tienen mayor cantidad de flores.

4.4.2 Evolución del peso seco de 10 umbelas:

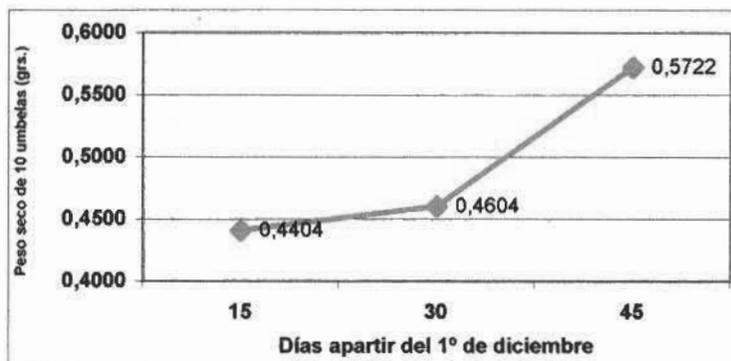


Figura N°6: Evolución del peso seco de las umbelas apartir del 1º de diciembre

Como se aprecia en la figura N°6 el peso de las umbelas aumenta a medida que avanza el período de floración, pasando de 0,44 grs a 0,57 grs, cada 10 umbelas. Las umbelas más pesadas se obtuvieron el 15 de enero, fecha que coincide donde se obtiene el mayor número de flores por umbela. El peso de las umbelas se ajustaría a un modelo cuadrático, aumentando el peso de las mismas a un ritmo creciente, llegando al máximo el día 15 de enero.

La tendencia es similar al número de flores por inflorescencia. Desde el 15 de diciembre, al 30 del mismo mes el aumento de peso, tendería a ser a una tasa menor que el aumento de las flores por inflorescencias, por lo que se puede concluir que cada umbela estaba compuesta de mayor cantidad de flores, pero flores más livianas; en cambio desde fines de diciembre al 15 de enero, el peso de las umbelas tendería a aumentar a una tasa mucho mayor de lo que lo hace el número de flores, por lo que podemos concluir que en este caso las inflorescencias están compuestas por mayor cantidad de flores y a su vez las más pesadas, por lo que se puede destacar que son las flores a tener en cuenta para determinar la época de cosecha. (Es importante aclarar que

el peso de las umbelas no se correlacionaron estadísticamente, con el número de flores por inflorescencia, por lo que las conclusiones anteriores, carecen de afirmación estadística; se puede destacar que el peso de las flores es totalmente independiente del número de flores por umbela)

Por último se puede agregar que el peso de las inflorescencias aumentó a una tasa de 0,0659 grs cada 15 días y no se correlacionó con el rendimiento final de semilla, para ningún tipo de muestra.

4.5 CHAUCHAS POR UMBELA.

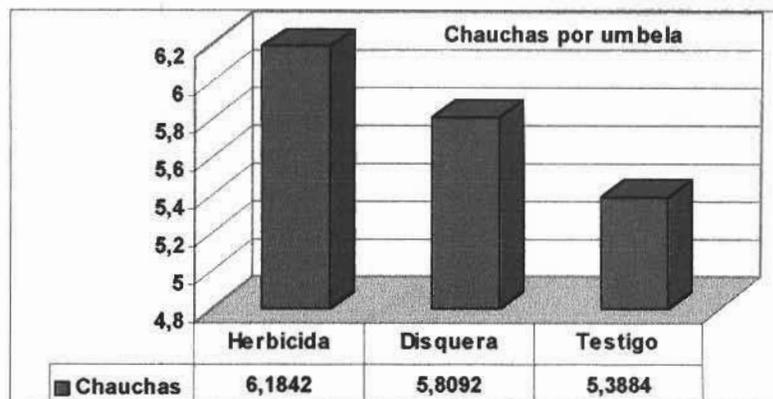
4.5.1 Efectos de los tratamientos en las diferentes fechas

Se puede destacar que existe efecto del manejo previo en determinar el número de chauchas por umbela, en las umbelas analizadas el 15 de enero, y las del 15 de febrero, que se corresponden con las inflorescencias del 15 de diciembre y 15 de enero respectivamente.

Con respecto a la fertilización en ninguna de las tres fechas existió efecto de las diferentes aplicaciones de nutrientes, así como el de las interacciones entre los diferentes manejos previos y las fertilizaciones (ver anexo N°6).

Tabora y Hill, (1990), encontraron en floración temprana para Nueva Zelanda que en promedio cuajaban 5,9 flores por inflorescencia, las que derivaban en chauchas maduras. En floración media encontraron 10,4 chauchas por umbela, mientras que en floración tardía solamente 8,4 flores lograban formar chauchas.

Dado que las chauchas presentes el 15 de febrero son las que se cosecharon para determinar el rendimiento, parece razonable poner énfasis en destacar las diferencias obtenidas con los diferentes tratamientos previos.



DMS: 10% = 0,5567

Figura N°7: Efecto de los manejos previos en el número de chauchas por umbela en el muestreo del 15 de febrero.

En la figura N°7 se observa que hubo diferencias solamente entre el herbicida y el testigo, siendo la disquera igual que ambos. Según **Hare, (1992)**, la aplicación de atrazina provoca una reducción en la masa vegetativa, aumentando el número de estructuras reproductivas.

Las diferencias hacia la aplicación del herbicida no son tan importantes como las que menciona **M.D. Hare, (1992)**. El mismo autor recomienda que aunque la desecación del cultivo previene el desarrollo de rizomas y promueve el crecimiento y formación de estructuras reproductivas, sin interferencias del crecimiento anterior, si se dan veranos lluviosos, tal cual sucedió en el mes de diciembre, es muy probable que las estructuras reproductivas, sean tapadas por un nuevo crecimiento vegetativo. En el ensayo se encontró un efecto similar al mencionado en dicho artículo.

Por otro lado el mismo autor (**1985**), estudió que si se realiza un topping o se pastoreaba el semillero ya entrado en la primavera, se reduce el número de umbelas por tallo y el número de chauchas por umbela. En el presente ensayo, donde la disquera, asemeja el mismo fin que el buscado en dicho trabajo, no tuvo diferencias significativas en contra de estos tratamientos, por lo que fue similar tanto al testigo, como al herbicida.

4.5.2 Evolución del número de chauchas por umbela.

El número de chauchas por umbela varió desde el 2,66 el 15 de enero hasta 5,79 el 15 de febrero. El número de chauchas obtenido, se asemeja al del período de floración temprana definido por **Tabora y Hill, (1992)** para Nueva Zelanda. Por otro lado es importante destacar, que de las 7,81 flores por inflorescencia del 15 de diciembre, solamente 34% lograron formar chauchas. De las 8,91 flores por inflorescencia del 30 de

diciembre, el 61% llegaron a formar chauchas, y por último de las 9,27 flores por inflorescencia del 15 de enero, lograron cuajar en chauchas el 62%.

El número de chauchas por umbela tendería a ajustarse a una función cuadrática, al igual que los dos factores analizados anteriormente.

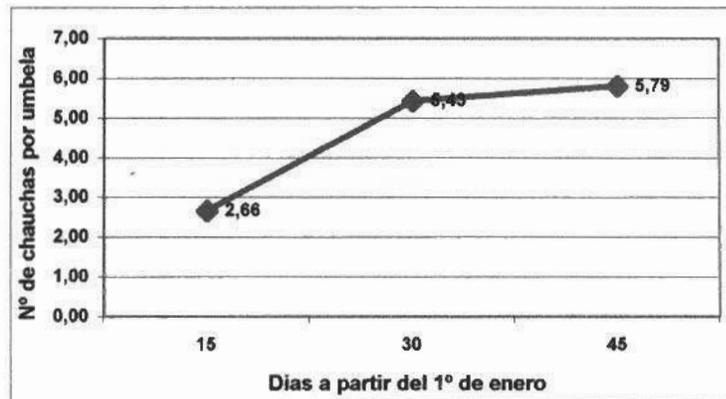


Figura N°8: Evolución del número de chauchas por umbela a partir del 1º de enero

El bajo número de chauchas obtenidas el 15 de enero, correspondiente a las flores del 15 de diciembre se deberían a que cuando éstas se encontraban abiertas, se produjeron abundantes lluvias y bajas temperaturas, afectando probablemente la polinización de las mismas por medio de las abejas. Esto coincide a lo afirmado por **Moriya et al, (1958)** citado por **Carámbula (1981)**.

4.5.3 Cuajado de flores.

En el ensayo, el porcentaje de cuajado mostró una alta correlación negativa con el número de flores por inflorescencias.

Cuadro N°2: Correlación entre las flores por inflorescencia y el cuajado en las diferentes fechas de muestreo.

	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Correlación	-0,1349	-0,6252	-0,6040
α	0,3404	0,0001	0,0001

Esta alta correlación negativa, significa que en aquellas inflorescencias donde hubo mayor cantidad de flores, el porcentaje de cuajado fue menor, o sea que las flores que llegan a dar chauchas en porcentaje son menos. Esto pudo estar dado debido a que los insectos polinizadores al llegar a una inflorescencia con mayor cantidad de flores,

son más ineficientes en polinizar las flores, quedando muchas de ellas sin ser fecundadas por el polen que traen los mismos.

Tabora y Hill, (1991), encontraron para el período inicial de floración un cuajado de flores de un 76%; para el período medio de floración en Nueva Zelandia, encontraron un porcentaje de cuajado del 93%, y por último para el período la floración tardía un 87% de cuajado.

4.5.3.1 Evolución del cuajado entre las diferentes fechas.

La evolución del cuajado tuvo una tendencia similar al número de flores por inflorescencia, y al número de chauchas por umbela.

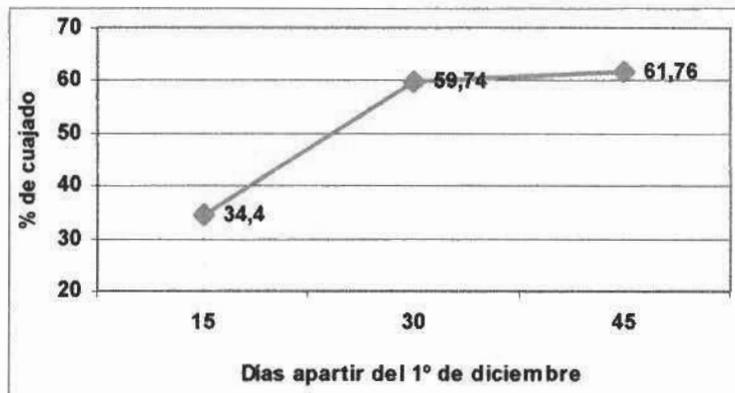


Figura N°9: Evolución del % de cuajado a partir del 1º de diciembre.

El % de cuajado de las flores presentes el 15 de diciembre fue alrededor del 34,4%, lo que sumado al menor número de flores por inflorescencia, 7,81, llevó a que se obtuviera el menor número de chauchas por umbela. Esto pudo haber estado condicionado por las condiciones climáticas imperantes en esas fechas, donde se registraron abundantes precipitaciones lo que sumado a relativamente bajas temperaturas, no favoreció el trabajo de los insectos polinizadores.

Por otro lado, el máximo obtenido en el ensayo fue de 61,8%, para flores del 15 de enero lo que no coincide con el período inicial de floración encontrado por **Tabora y Hill, (1991)** en Nueva Zelandia, el cual dadas las condiciones de fotoperíodo y temperatura es el que concuerda con nuestras condiciones climáticas, echo que también lo reafirman el número de flores por inflorescencia, chauchas por umbela, semilla por chauchas y peso de mil semillas encontrados en el ensayo (ver anexo N°22).

Por último, se destacó que el cuajado no se correlacionó en ningún momento con el rendimiento final de semilla, (ver anexo N° 17, 18 y 19).

4.5.4 Correlación del número de chauchas por umbela con las flores por inflorescencia.

Cuadro N°3: Correlación entre chauchas por umbela y flores por inflorescencia correspondiente.

	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Correlación			
Corr.	0,195	0,155	-0,040
α	0,440	0,298	0,737

No se detectaron correlaciones significativas entre el número de flores por umbelas y el número de chauchas, como bien se puede observar en el cuadro N°3. Este resultado es contradictorio al encontrado por **Lowther *et al* (1992)**, donde destacan que hay altas correlaciones entre chauchas por umbela y la cantidad de flores por umbela.

4.5.5 Correlación entre el número de chauchas por umbela y el rendimiento de semilla

Cuadro N°4: Correlación entre chauchas por umbela y rendimiento

	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Alto			
Corr	-0,012	0,189	0,028
α	0,932	0,204	0,813
Medio			
Corr	0,022	-0,004	-0,024
α	0,878	0,981	0,843
Bajo			
Corr	0,219	-0,061	0,156
α	0,119	0,678	0,190

El cuadro N°4 muestra claramente que las chauchas por umbela no se correlacionan en ninguna de las tres fechas, para ningún tipo de muestra, por lo que no fueron un componente de importancia en la determinación del rendimiento.

4.6 SEMILLAS POR CHAUCHA.

4.6.1 Efecto de los tratamientos en las diferentes fechas.

En ninguna de las tres fechas existió efecto de los diferentes manejos previos en la determinación del número de semillas por chaucha, (ver anexo N°8). Tampoco hubo efecto de las diferentes fertilizaciones y sus interacciones con los manejos previos. Esto es coincidente con los demás factores estudiados en el presente trabajo.

Es importante recordar, que niveles adecuados de humedad en el suelo son necesarios durante la etapa crítica de llenado de las chauchas en los meses de enero y febrero, como mencionan **Lancashire et al (1980)**, por lo que esto es más determinante en el llenado de las chauchas, que el manejo previo y las diferentes fertilizaciones efectuadas.

Tabora y Hill, (1990), encontraron que el número de semillas por chauchas variaba de 6,1 a 8,8, en los distintos meses de floración, según el mes de formación de los diferentes tallos. En otro trabajo, **Hill y Witchwoot, (1990)**, contaron que el número de semilla por chaucha variaba de 1,2 a más de 7, también dependiendo del mes de formación. **Lowther et al (1992)**, concluyeron que el mismo variaba de 6,5 a 11,6 semillas por chauchas. Se puede apreciar que en los diferentes trabajos se encontró una gran variación entre el número de semillas por chauchas.

4.6.2 Evolución del número de semillas por chauchas.

La evolución del número de semillas por chauchas se ajustaría a un modelo cuadrático, con incrementos crecientes del mismo a medida que transcurre el período de floración, como bien lo muestra la figura N°10. El número máximo de semillas por chaucha se obtuvo el 15 de febrero, donde alcanzó 8,12 semillas por chaucha. El mismo es comparable con los resultados obtenidos por **Tabora y Hill, (1990)**, donde variaba desde 6,1 a 8,8, con un máximo que lo obtuvieron en floración temprana y media, mientras que en Treinta y Tres se encontró en el final del período de floración.

De los trabajos de **Tabora y Hill, (1990)**, y **Hill y Witchwoot, (1990)**, se puede concluir que los máximos se encuentran en aquellas flores inducidas en los meses de setiembre, octubre y noviembre, visibles en período inicial y medio de floración, en los tallos formados en los meses de julio, agosto y setiembre, mientras que los mínimos se encuentran en las flores inducidas en los meses de diciembre y enero, que se hacen visibles en la floración tardía.

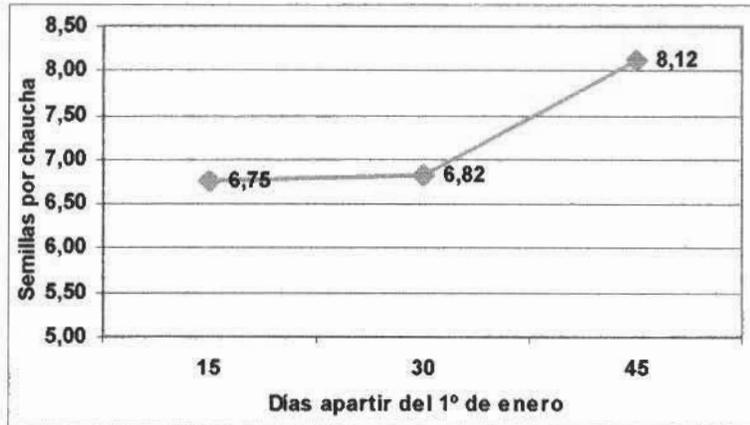


Figura N°10: Evolución del número de semillas por chaucha a partir del 1º de enero.

Nuevamente, cabe la aclaración de que el período de floración de Uruguay, coincidió por razones de fotoperíodo y temperatura, con la floración inicial de Nueva Zelanda, de ahí que la evolución en dicho período de tiempo en el país donde se llevó a cabo la investigación haya sido similar a la determinada en Treinta y Tres, ya que se logra el mismo máximo que el hallado por los autores mencionados.

4.6.3 Correlación entre semillas por chauchas y el rendimiento de semilla.

En el cuadro N°5 se aprecia que las semillas por chauchas no se correlacionaron con el rendimiento en semilla en ninguno de los tres tipos de muestra, salvo para la fecha del 30 de enero en la mejor muestra y en la fecha del 15 de febrero para la muestra media.

Cuadro N°5: Correlación entre el número de semillas por chaucha con el rendimiento.

	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Alto			
Corr	-0,136	0,349	0,051
α	0,338	0,016	0,671
Medio			
Corr	-0,073	0,039	0,206
α	0,607	0,795	0,083
Bajo			
Corr	-0,101	-0,084	0,100
α	0,475	0,575	0,402

Nota: $Pr > F = 0.10$.

Es importante aclarar que en ambos casos las correlaciones son muy bajas, $r^2 = 0.12$ y $r^2 = 0.04$ respectivamente, explicando que el rendimiento en ambas fechas, se deben al número de semillas por chauchas en un 12% para la primera, y un 4% para la segunda fecha. Es importante destacar que a los efectos del ensayo, el valor que realmente toma importancia es el del 15 de febrero, dado que en esa fecha fue cuando se cosecho al cultivo.

4.7 PESO DE MIL SEMILLAS.

El peso de mil semillas constituye la 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.

4.7.1 Efecto de los diferentes tratamientos en las diferentes fechas.

En ninguna de las tres fechas existió efecto de los tratamientos previos, salvo para la fecha del 30 de enero donde el herbicida y la disquera fueron superiores al testigo. Por otro lado tampoco hubo efecto de las diferentes fertilizaciones, así como sus interacciones con los distintos manejos previos para determinar el peso de 1000 semillas, (ver anexos N°10)

El peso promedio de mil semillas es de 0,7 gramos para lotes comerciales en Nueva Zelanda, con máximos de 0,79 y mínimos de 0,3 gramos, según **Hill et al (1990)**. Por otro lado los mismos autores señalaron, que generalmente la semilla más grande y pesada se formaba en el mes de noviembre, pesando 0,776 gramos cada 1000 semillas

Es importante recalcar que si se analizan las diferencias de medias para el manejo previo en cada una de las diferentes fechas, (ver anexo N°9), se encontró diferencias significativas para las fechas del 30 de enero y 15 de febrero respectivamente, no así para la primera fecha, aunque el peso para el testigo dio muy por encima de los otros dos tratamientos. Se puede deber a que el coeficiente de variación es de alrededor del 95%, por lo que la mínima diferencia significativa es muy alta, lo que lleva a que no sean estadísticamente diferentes, con una ($Pr > 0.10$). En cambio en las otras dos fechas, el tratamiento con herbicida y disquera fueron estadísticamente superiores al testigo, si bien el orden entre ellos variaba en las diferentes fechas.

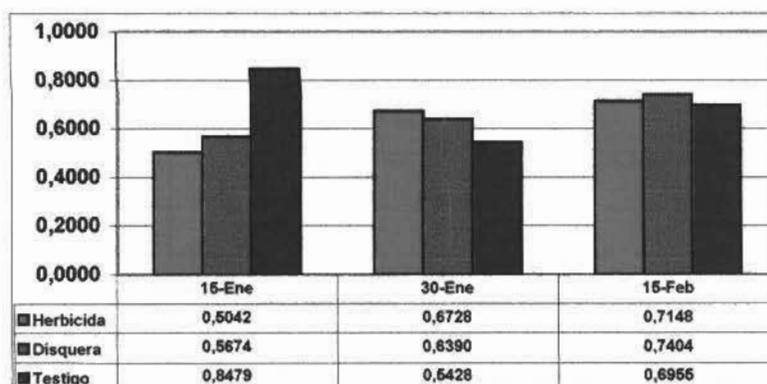


Figura N°11: peso de 1000 semillas para diferentes manejos previos en diferentes fechas.

Nota: DMS para el 15 de enero = 0,4209
 DMS para el 30 de enero = 0,0504
 DMS para el 15 de febrero = 0,0437.

Como muestra la figura N°11 en las dos últimas fechas los valores concuerdan con los resultados obtenidos por **Hare y Lucas, (1984)** y **Hill y Witchwoot, (1990)**. Estas diferencias probablemente se pueden deber a que los tratamientos previos, redujeron la competencia entre los tallos de una misma planta y plantas dentro del mismo cultivo, lo que llevo a que hubiera mayor cantidad de metabolitos por tallo disponibles estos para el llenado de las chauchas, tal cual menciona **Carámbula (1981)**. En cambio en el testigo, al no disminuirse la masa vegetativa, la competencia fue mayor, lo que llevo que en definitiva el peso de 1000 semillas haya sido inferior.

4.7.2 Evolución del peso de 1000 semillas.

Al igual que lo que sucede con el número de semillas por chauchas, el peso de las semillas tiende a aumentar a medida que avanza el período de floración, como se puede apreciar en la figura N°12. A pesar de que el máximo peso (0,8479 grs/1000 semillas) se encontró para la primera fecha el promedio de todos los tratamientos fue el menor. En la

segunda fecha analizada se ve que hay un aumento, pero es muy pequeño como para darle importancia, esto puede deberse a que las semillas del testigo tuvieron un muy bajo peso.

Por último, el 15 de febrero se ve un gran aumento en el peso de las semillas (de 0,6411 a 0,7169 grs/1000 semillas), que también coincide con la fecha donde se encuentra el menor coeficiente de variación (13%) para esta característica, además de que son los datos más parecidos a los encontrados por **Hare y Lucas, (1984)** y **Hill y Witchwoot, (1990)**.

La misma se ajustaría a un modelo cuadrático, con incrementos crecientes, llegando al máximo el 15 de febrero.

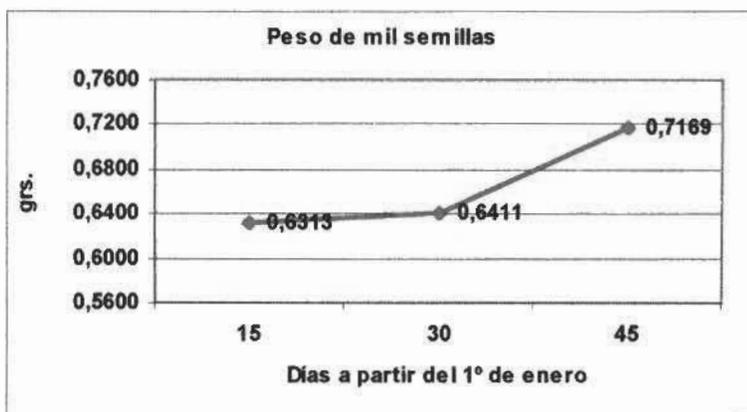


Figura N°12: Evolución del peso de mil semillas a partir del 1º de diciembre

Por otro lado, se destacó que en la fecha del 15 de febrero, existió una correlación baja y negativa, (-0.198) entre semillas por chaucha y peso de 1000 semillas (ver anexos N°17, 18 y 19). Esto se puede explicar, debido a que en aquellas chauchas con mayor cantidad de semillas, los metabolitos disponibles para el llenado de las mismas tendrían que dividirse entre mayor cantidad de fosas, por lo que cada semilla quedará de un tamaño menor.

Por último es importante destacar que el peso de 1000 semillas entre el 30 de enero y el 15 de febrero se correlacionaron positivamente (ver anexos N°17, 18 y 19). Es importante recordar que estas dos fechas el coeficiente de variación eran del 14 y 13% respectivamente, por lo que seguramente la fecha del 15 de enero no se correlacionó con estas dos porque el coeficiente de variación en la misma era del 95%.

4.7.3 Correlación entre peso de mil semillas y el rendimiento.

En el ensayo, el rendimiento de semilla en las tres muestras, en ningún momento se correlacionó con el peso de 1000 semillas. En la bibliografía en ningún momento se encontró que se relacionara el peso de 1000 semillas con el rendimiento, lo que coincide con los resultados obtenidos. El peso de 1000 semillas en la bibliografía siempre se correlaciona con factores relacionados a la calidad de semilla, como germinación, cantidad de semillas duras y no viables.

Estas correlaciones se pueden ver claramente en el cuadro N°6, donde están los coeficientes de correlación de los pesos de semillas obtenidos para cada una de las fechas con las distintas muestras de rendimiento obtenidas.

Cuadro N°6: Correlación del peso de 1000 semillas con el rendimiento

	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Alto			
Corr	-0,127	0,182	-0,110
α	0,373	0,221	0,356
Medio			
Corr	-0,019	0,117	-0,007
α	0,896	0,434	0,952
Bajo			
Corr	0,214	-0,109	0,106
α	0,132	0,466	0,377

4.8 CALIDAD DE SEMILLA.

4.8.1 Efecto de los diferentes tratamientos en las diferentes fechas

4.8.1.1 Efecto de los tratamientos en la germinación de las semillas.

No hubo efecto de los diferentes tratamientos en las diferentes fechas, tanto para el manejo previo, como para las diferentes fertilizaciones, y sus interacciones, (ver anexos N°12). Esto es coincidente con otros factores estudiados anteriormente. Por último, lleva a concluir que aquellos tratamientos tratados con nitrógeno y boro, no se vieron beneficiados, por los que los niveles de estos nutrientes presentes en el suelo fueron suficientes como para no tener diferencias en la germinación entre los diferentes lotes de semilla.

Una buena germinación es una característica esencial de toda semilla. Según **Hare (1984)**, de un kilogramo de lotus Maku que se siembre sólo un 30 – 40% producirán plantas. Otro factor interesante es el que encontró **Charlton (1989)**, quien

destacó que el tamaño de la semilla incide mucho en el porcentaje de germinación, donde la semilla más pesada por lo general germina antes.

La falta de nutrientes como nitrógeno o boro puede llegar a afectar tanto la germinación como el porcentaje de semilla dura y no viables que se producen

4.8.1.2 Efecto de los diferentes tratamientos en determinación de semillas duras.

Al igual que para la germinación de las semillas en las diferentes fechas, no existió en general efecto de los diferentes tratamiento para determinar el porcentaje de semillas duras, salvo para manejo previo en la fecha del 30 de enero, donde el herbicida y la disquera dieron un nivel superior al testigo (ver anexo N°14).

Hare y Lucas (1984), llegaron a obtener más de 90% de semilla dura en condiciones de humedad inferior al 10%, mientras que en condiciones de mayor humedad se alcanzó un 50%. A su vez **Hare y Rolston (1985)** encontraron que semilleros de lotus Maku cosechados manualmente daban como resultado mayores niveles de semilla dura que en los que se realizaba cosecha mecánica. De todo esto se puede concluir que en lotus Maku el porcentaje de semillas duras puede llegar a ser muy importante.

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 y persistencia de la especie. Debe tenerse en cuenta que en condiciones comerciales el porcentaje de semilla dura puede disminuir por efecto de la trilla mecánica. Esto concuerda con lo estudiado por **Hare y Rolston, 1985**, donde obtuvieron un 87% de semilla dura cosechada manualmente.

4.8.1.3 Efecto de los diferentes tratamientos en la determinación de semillas no viables.

Los resultados concuerdan con los obtenidos para semillas duras. Aunque cabe hacer la aclaración de que las semillas no viables son aquellas que fueron atacadas por enfermedades, como hongos, o aquellas que en el momento de la cosecha, no habían llegado a la madurez fisiológica, ósea no habían llenado el grano todavía (ver anexo N°16).

Los factores que determinaron a juicio de los autores que una semilla no halla sido viable fueron los factores climáticos, que llevo que durante el primer mes de formación de las semillas analizado, hubo un crecimiento excesivo de la masa vegetativa, lo que llevo a que muchas chauchas hallan quedado tapadas por nuevo forraje, en un ambiente húmedo y muchas veces en contacto con el suelo, propenso para el desarrollo de enfermedades, que en definitiva afectaron la calidad de la semilla. También y no menos importante, ese crecimiento, llevo a que hubiera mayor competencia entre tallos, y entre plantas por metabolitos, lo que llevo a que estos fueran insuficientes para poder lograr el llenado adecuado de todas las semillas.

4.8.2 Calidad de la semilla en las diferentes fechas.

En el ensayo se dividió a las semillas de Lotus Maku en tres categorías, las que germinaban, las duras y por último las que no eran viables, ya sea por ser enfermas o por no haber llegado a la madurez fisiológica. Por otro lado es importante recordar que son de interés considerar a las semillas que germinaron y duras en conjunto, ya que ambas representan aquellas que son capaces de germinar, aunque sea en forma escalonada, como se señaló antes, con todas las ventajas que ello trae asociado en mejoramientos extensivos.

En las diferentes fechas existió una variación importante en la calidad de semilla obtenida, como se ve en la figura N°13, sobre todo si se compara la primera fecha con las otras dos. En las tres fechas se destaca que el grupo de semillas duras representa la mayor proporción, destacándose con respecto las otras dos categorías. En segundo lugar, y muy por debajo, estarían las semillas no viables, y por último las semillas que lograron germinar. Estas diferencias se deben a que entre las primeras dos fechas hubo abundantes precipitaciones que provocaron un nuevo crecimiento de la masa vegetativa, como un vuelco de estas flores provocando que las mismas quedaran dentro del follaje creándoles un ambiente muy húmedo, haciéndolo muy propenso para la aparición de hongos y el mal llenado de las semillas que se habían concretado, lo que coincide con el bajo peso de mil semillas obtenido en esa fecha.

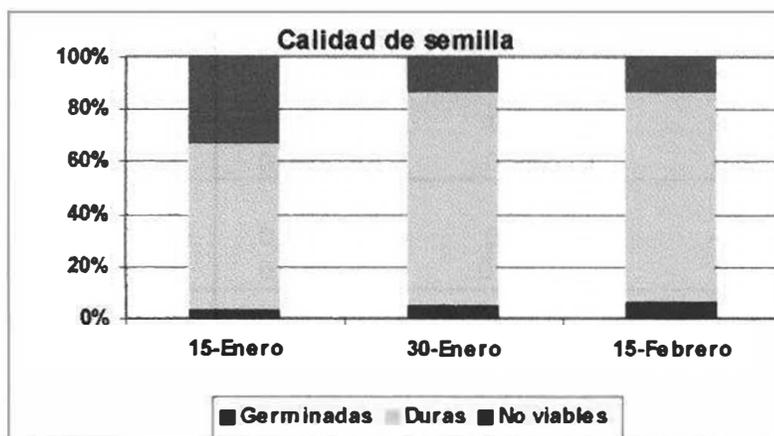


Figura N°13: Calidad de semillas en las diferentes fechas.

Estas características coinciden con lo dicho por **Hare y Lucas (1984)** y **Hare y Rolston, (1985)**, que siempre hablan de altos niveles de semilla dura en lotus Maku, especialmente en situaciones de semilla cosechada manualmente como es el de este ensayo. Otro aspecto a resaltar de los resultados obtenidos es el muy bajo nivel de semillas que germinó. Esto probablemente sea debido a que luego de cortar el material a cosechar se dejó secar, y al bajar mucho el nivel de humedad se provocó un descenso importante en el nivel de semilla que luego germinaría, en favor de la semilla dura. Esta característica coincide con lo mencionado por **Hare y Lucas (1984)**, donde observaron que el aumento en semilla dura estaba asociado a descensos en el contenido de humedad de las mismas.

4.8.3 Calidad de las semillas con relación al peso de las mismas.

Como muestra el cuadro N°7 hay una correlación baja y negativa entre el peso de 1000 semillas y la germinación en las dos primeras fechas, mientras que no se correlacionan en la última fecha. Esto puede estar explicado debido a que el aumento de peso de las 1000 semillas está dado básicamente por un aumento de las semillas duras. Esto es contradictorio con lo encontrado por **Charlton (1989)**.

Por otro lado el peso de mil semillas se correlacionó con el contenido de semillas duras en las dos primeras fechas, con un $r^2=0,10$ y $r^2=0,36$ mientras que en la tercer fecha no hubo ningún tipo de correlación. Cabe la aclaración de que las correlaciones entre peso y las características mencionadas son dentro de cada una de las fechas.

Cuadro N°7: Correlaciones entre peso de mil semillas y la calidad de la misma

Correlación	peso1000 15/1	peso1000 30/1	peso 1000 15/2
germinac.			
Corr.	-0,271	-0,320	0,053
α	0,080	0,032	0,672
duras			
Corr.	0,326	0,600	-0,044
α	0,020	0,0001	0,712
no viables			
Corr.	-0,610	-0,581	0,034
α	0,0001	0,0001	0,782

La tercer característica de interés analizada son las semillas no viables, y allí también se vio que existía una correlación alta y negativa entre el peso de las semillas y el porcentaje de semillas no viables, llegando a un $r^2=0,37$, y $r^2=0,34$ para la primer y segunda fecha respectivamente. Estas correlaciones son altamente significativas como bien muestra el cuadro anterior. Esto se puede estar dando que el porcentaje de semillas chuzas seguramente disminuya a medida que el lote de semillas es más pesado.

Charlton (1989), encontró que el tamaño de la semilla incide mucho en el porcentaje de la germinación, y menciona que a pesar de que todas las semillas de su ensayo demoraron más de una semana en germinar, al final de la segunda semana, el lote de semilla más pesada había germinado por encima del 80%, mientras que la semilla más chica solo había germinado un 50%. A la tercer semana de estudio se dio la germinación de todos los lotes, a pesar de que la diferencia se mantuvo. El mismo autor encontró una correlación alta y positiva ($r^2=0,94$), entre la germinación a bajas temperaturas y el tamaño de la semilla.

Cuadro N°8: Correlación entre los factores de calidad de semilla

Correlación	duras 15/1	duras 30/1	duras 15/2
germinac.			
Corr.	-0,068	-0,586	-0,571
α	0,668	0,0001	0,0001
no viables			
Corr.	-0,982	-0,978	-0,915
α	0,0001	0,0001	0,0001

En el cuadro N°8 se puede ver que hay una muy alta correlación negativa entre la semilla dura y el contenido de semillas no viables. Con respecto a la semilla germinada esta asociación no es tan importante, en especial para la primera fecha. Esto se debe a que cuando una categoría adquiere importancia las otras dos tienden a bajar. Este descenso no sería parejo, ya que las semillas no viables tienen una correlación más alta con los porcentajes de semillas duras, ya que tienen $r^2=0,96$ para la primer fecha, un $r^2=0,96$ para la segunda y un $r^2=0,84$ en la última fecha, mostrándose más sensible que las semillas que germinaron. Las semillas germinadas también tienen una correlación negativa con un $r^2=0,34$ para la segunda fecha y un $r^2=0,33$ para la última

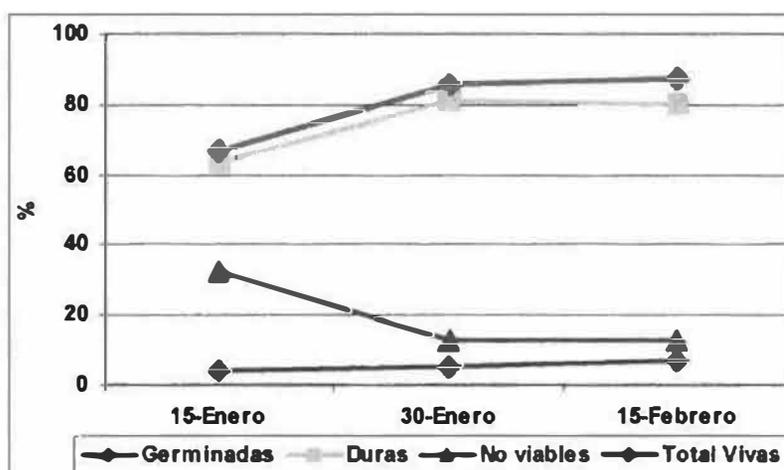


Figura N°14: Evolución de las diferentes categorías de semilla en el tiempo.

En la figura N°14 se confirma los datos obtenidos en las correlaciones. En el mismo se puede apreciar como se da la evolución de las diferentes categorías de semilla. El total de semillas vivas, ósea la suma de aquellas duras y que germinaron, aumenta desde un mínimo el 15 de enero, con un 67%, hasta llegar a un máximo el 15 de febrero con un 92%. Es importante resaltar que ya a fines de enero, se había alcanzado un nivel de semillas viables del 85%, por lo que a partir de esa fecha, se mantuvo en altos porcentajes.

Por otro lado se puede ver la correlación alta y negativa que existe entre semillas duras y no viables, donde, mientras las primeras van aumentando desde el 63% a 85%, las no viables descienden desde el 32% hasta alrededor del 12%. Con los que respecta a las semillas que germinaron, estas siempre fueron en aumento, pasando de él 4% el 15 de enero hasta un 7% a mediados de febrero.

Dado los bajos porcentajes de germinación obtenidos, a pesar de ser en forma manual cabe la duda de cuestionarse las densidades de siembra que se están actualmente recomendando en el país, que varía de 2 a 4 kilogramos al igual que en Nueva Zelanda.

Por último los datos obtenidos concuerdan con los obtenidos por **Bascou y Costa, (1995)**, donde encontraron un máximo de semillas vivas de un 89%, mientras que en el presente trabajo fue del 87%. El porcentaje de semilla dura que se obtuvo es similar al máximo de semilla dura obtenida por **Hare y Rolston, (1985)**, el cual fue de alrededor del 87% de semilla cosechada manualmente.

4.9 RENDIMIENTO FINAL.

Para evaluar el efecto de los tratamientos con relación al rendimiento, se dividieron cada uno de ellos en tres clases de muestras, la mejor, la intermedia y la regular por apreciación visual, por lo que se obtuvieron tres tipos de rendimiento, definidos como alto, medio y bajo para las características del ensayo.

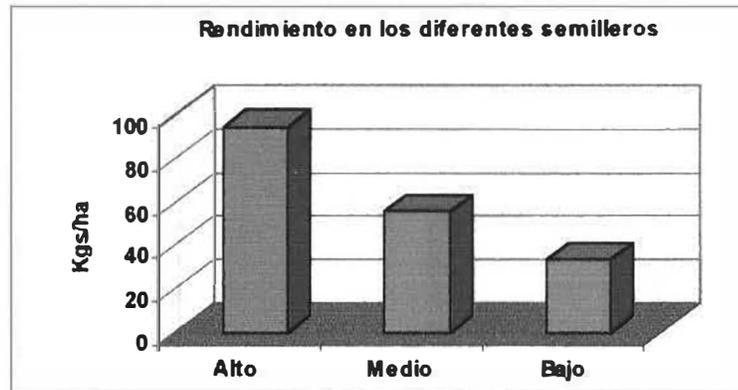


Figura N°15: Rendimiento obtenidos de las tres muestras.

El rendimiento promedio obtenido para las mejores muestras para todos los tratamientos fue de 94,5 kilogramos, mientras que para las muestras medias y regulares se obtuvieron 55,3 y 33,3 kilogramos respectivamente. El rendimiento obtenido para los semilleros mejor zona, situación que perfectamente se puede lograr en condiciones comerciales en el Uruguay, si se hacen manejos adecuados de fertilización, fechas de cierre, pastoreos y control de malezas, plagas y enfermedades, fue similar al que menciona **Hare (1989)**, para productores comerciales en Nueva Zelanda.

En Uruguay, **Bascou y Costa (1995)**, estudiaron el efecto de los distintos momentos de cierre, con relación al rendimiento máximo, y encontraron, que el cultivo independientemente de su fecha de cierre mantuvo rendimientos superiores a los 200 kilogramos por hectárea por más de 30 días. El rendimiento logrado en la mejor muestra está muy por debajo del obtenido por estos. Por otra parte **Hare, (1984)** destacó que el promedio obtenido por los productores de Nueva Zelanda en el año 1982, fue de 89 kilogramos.

4.9.1 Efecto de los diferentes tratamientos en la determinación de los rendimientos.

En ninguna de las tres situaciones de muestras estudiadas hubo efectos significativos de los diferentes manejos previos y las diferentes fertilizaciones, así como las respectivas interacciones en la determinación del rendimiento de semilla. (ver anexo N°21)

4.9.1.1 Manejo previo.

Los rendimientos en cada uno de los manejos previos se puede ver claramente en el siguiente figura N°16.

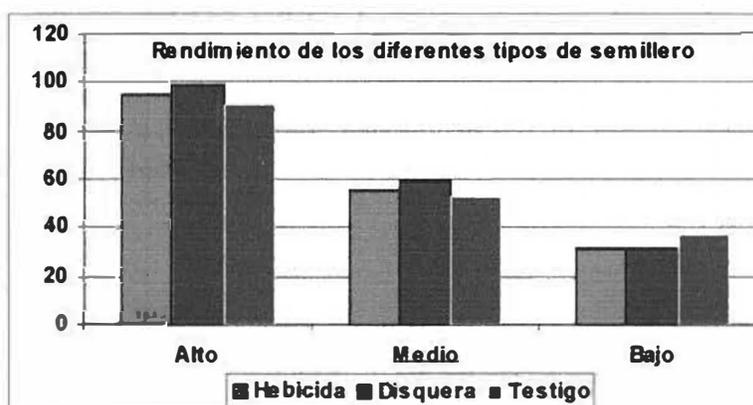


Figura N°16: Rendimiento en cada uno de los manejos previos

En la figura N°16 se ve claramente que las diferencias entre manejos previos para cada uno de las diferentes muestras fueron muy pequeñas, ya que se obtuvo un máximo de 94,6 kg/há para el tratamiento con herbicida, 98,5 kg/há para la disquera y 90,5 kg/há para el testigo en la mejor muestra. En la muestra media el orden fue el mismo, ya que el que dio más fue la disquera con 58,8 kg/há, luego le siguió el herbicida con 54,8 kg/há y por último el testigo con 52,4 kg/há. En la muestra regular el orden cambió a favor del testigo ya que obtuvo 36,9 kg/há, y los otros dos manejos previos obtuvieron 31,5 kg/há cada uno. Como se puede apreciar, y más aun luego de ver el análisis estadístico (ver anexo N°21), las diferencias fueron muy pequeñas, nunca pasaron de 8 kg/há entre dos manejos.

Esto es contradictorio con la investigación llevada a cabo por Hare (1985), donde muestra que tanto la reducción parcial o total del follaje reduce el rendimiento de semilla, y que los máximos rendimientos se obtuvieron en semilleros que no se tocaron

desde inicios de primavera. También encontró que aplicaciones de atrazina tarde en la primavera a razón de 2 kilogramos por hectárea de ingrediente activo provoca un aumento de 118% en la producción de semilla atribuyendo esto a una reducción en la densidad de follaje, lo que incrementa el número de estructuras reproductivas.

Los tratamientos con herbicida realizados en este ensayo no coinciden con lo destacado por **Hare (1985)**, pero cabe la aclaración de que él mismo destaca que los resultados de la aplicación de químicos son variables. Por otro lado señala que aunque la desecación del cultivo previene el desarrollo de rizomas y promueve el crecimiento de estructuras reproductivas, sin interferir con el crecimiento anterior a la primavera, sembrarlo en suelos con mucha humedad o que se den abundantes lluvias, como se dio durante el transcurso del ensayo, provoca que las estructuras reproductivas queden tapadas por un nuevo crecimiento, por lo que no se refleja el incremento en rendimiento tal cual lo sucedido en este ensayo.

Cabe la aclaración de que a todos los tratamientos se le realizó un topping que sería contraproducente según **Hare, (1992)**, además de que la aplicación del herbicida como la disquera fueron realizadas ya entrada la primavera por lo que tampoco favorecieron el desarrollo reproductivo. Esta quizás sea una explicación de porque dieron tan similares los rendimientos de las muestras de los distintos tratamientos previos.

4.9.1.2 Fertilizaciones previas

En el figura N°17 se ve que el máximo rendimiento para la mejor muestra se obtuvo con la fertilización con cobre, donde se lograron 113 Kgs/há, mientras que el mínimo se logró con la fertilización con nitrógeno, con 73,7 kgs/há. Con respecto a la muestra media, el rendimiento máximo se obtuvo con molibdeno, el que dio 68,11 Kgs/há, siendo el mínimo nuevamente el nitrógeno. En el mismo cabe la pena señalar que el cobre apenas se encontró a 300 grs del máximo. Por último en la peor muestra no hubieron diferencias significativas, aunque el cobre fue el de mayor rendimiento, con 41,00 Kgs/há.

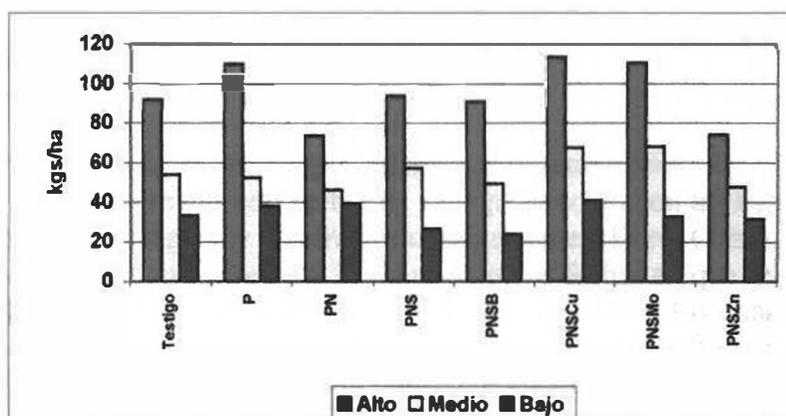


Figura N°17: Rendimiento en cada una de las fertilizaciones previas.

En todos los tipos de muestras no hubieron diferencias significativas, ($Pr > 0.10$) entre las diferentes fertilizaciones, salvo en la mejor muestra para nitrógeno y el zinc con respecto al fósforo, molibdeno y cobre, con una diferencia mínima significativa de 49,4 kgs. Por otra parte en la muestra media cobre y molibdeno fueron diferentes al zinc y al nitrógeno, con una diferencia mínima significativa del 19,6 Kgs/há. Con respecto al nitrógeno, su efecto puede haber estado dado, por que el mismo halla promovido un mayor crecimiento vegetativo, lo que fue en detrimento de la formación de estructuras reproductivas, tal cual señala Hare (1992).

Por último hay que señalar que todos los tratamientos, salvo el testigo y el que se fertilizó solamente con fósforo, tenían nitrógeno, por lo que no se pueden sacar conclusiones representativas al respecto, y más si se toma en cuenta el análisis de varianza (ver anexo N°21).

5. CONCLUSIONES

- Con respecto a los componentes que determinan el rendimiento, tanto con los diferentes manejos previos con herbicida y disquera como con las fertilizaciones con macro (Fósforo, Nitrógeno y Azufre) y micronutrientes (Boro, Cobre, Molibdeno y Zinc) no se observaron mejoras en la calidad, en las fechas en que se realizó el estudio. El rendimiento de semilla tampoco fue afectado por los tratamientos realizados. Las deficiencias que mencionan **Clifford y Bruce-Smith** no se observaron en nuestro trabajo, por lo que puede haber otros factores de mayor relevancia.
- En cuanto a manejo previo, hubo efecto en determinar el número de chauchas por umbela para la fecha del 15 de febrero, donde el herbicida (6,14 chauchas por umbela) fue superior al testigo (5,38 chauchas por umbela). También hubo efecto en determinar el peso de mil semillas en la fecha del 30 de enero, donde el herbicida y la disquera fueron superiores al testigo. Por último en los restantes componentes analizados no se encontraron efectos.
- Los tratamientos con atrazina y la disquera se realizaron a mediados de primavera, y luego de que se realizara un topping a todas las parcelas, por lo que ya había cierta reducción del tapiz existente. Esta situación hace que se asemejen las condiciones iniciales y no se haya podido manifestar el efecto de los distintos tratamientos realizados posteriormente. Otro aspecto a destacar es que la dosis de herbicida usada es baja (1kg/ha de producto comercial) en comparación con la usada por **Hare** (2kg/ha de ingrediente activo de forma fraccionada) cuando encontró un efecto de este en aumentar el rendimiento de semilla cosechada.
- En las diferentes fechas, tanto las flores por inflorescencia, su peso, las chauchas por umbela, las semillas por chaucha, así como el peso de las mismas, no explicaron el rendimiento final de semilla limpia.
- El rendimiento promedio que se obtuvo para la mejor muestra, para todos los tratamientos fue de 94,5 kgs, mientras que para la muestra media fue de 55,3 kgs, y para la peor muestra fue de 33,3 kgs.
- Todos los componentes estudiados mejoraron a medida que transcurrió el período de floración estudiado, hasta el 15 de enero, por lo que se puede concluir que esta sería la fecha a tener en cuenta para determinar el momento de cosecha.
- Por razones de fotoperíodo y temperatura el número de flores por inflorescencia, y el de chauchas por umbela, son similares a las obtenidas en Nueva Zelanda en los inicios de floración, definido entre el 22 de noviembre al 13 de diciembre, mientras

que el número de semillas por chauchas y el peso de mil semillas son similares a los obtenidos en el período medio de floración de dicho país, donde se da el pico de floración.

- Las condiciones imperantes en Uruguay hacen pensar que la floración de lotus Maku siempre va a ser corta, alrededor de un mes de duración, y que el potencial de producción de semilla es menor al de Nueva Zelanda,
- En cuanto a la calidad de semilla se observó un alto porcentaje de semillas duras, incrementándose entre la primer fecha y las dos últimas, siendo el porcentaje de germinación entre un 4 y 7% para las tres primeras fechas; por último se puede destacar un 33% de semillas no viables en la primera fecha, mientras que para las dos últimas fue un 12%.
- No se detectó incidencia de las distintas fertilizaciones y manejos previos en la determinación de la calidad de la semilla.

6. RESUMEN

El objetivo del experimento es evaluar la incidencia de diferentes prácticas de manejo en el rendimiento de semilla de un mejoramiento de *Lotus pedunculatus* cv Maku, sembrado en cobertura en el otoño de 1994, en la Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres. Los tratamientos consistieron en diferentes prácticas de manejo para reducir el crecimiento vegetativo en primavera (Atrazina, disquera y testigo) combinadas con diferentes mezclas de fertilizantes de macro (P, PN, PNS) y micronutrientes (PNSB, PNSCu, PNSMo, PNSZn).

Se realizaron muestreos de floración en tres fechas: 15/12/98, 30/12/98 y 15/01/99. Se monitoreó la evolución de la floración y su posterior semillazón.

No se comprobaron efectos de los diferentes manejos y fertilizaciones en la determinación del número de flores por inflorescencia. Las flores por umbela variaron desde 7,81 el 15/12/98 hasta 9,27 el 15/01/99 por razones de inducción de fotoperíodo. El peso de las flores tampoco fue alterado por los diferentes tratamientos.

Con respecto a las chauchas por umbela, se observaron efectos del manejo previo el 15/02/99: la aplicación del herbicida (6,18 chauchas por umbela) fue estadísticamente superior al testigo (5,39 chauchas por umbela), y el pasado de disquera (5,8 chauchas por umbela) fue igual en ambos. El número de chauchas no se vio afectado por la aplicación de las fertilizaciones, variaron entre 2,6 (15/01/99) y 5,9 (15/02/99) principalmente por razones climáticas, lo que produjo un mayor cuajado de flores en la última fecha.

El número de semillas por chaucha no fue afectado por ningún tratamiento (varió de 6,75 el 15/01/99 hasta 8,12 el 15/02/99).

El peso de mil semillas sólo fue afectado por el manejo previo el 30/01/99, donde la aplicación del herbicida y la disquera fueron superiores al testigo. En las demás fechas no se observó efectos del tratamiento y el peso varió entre 0,63 gr el 15/01/99 y 0,78 gr el 15/02/99.

Con respecto a la calidad de semilla, los tratamientos no tuvieron efecto en las diferentes categorías (germinadas, duras y no viables). Las semillas vivas (la suma de las germinadas y duras) variaron desde 67% el 15/01/99 hasta 87% el 15/02/99, cuando únicamente germinó el 7%.

Para la determinación del rendimiento de semilla se muestreó tres categorías, según el estado de la semillazón (buena, intermedia y baja). No se detectó efecto de los tratamientos en el rendimiento de semilla para ninguna de las tres categorías de muestreo, siendo el promedio de las buenas 94,5 kg de semilla limpia mientras que para la intermedia fue de 55,3 kg y para la baja de 33,3 kg.

Se concluyó que todos los componentes mejoraron a medida que transcurrió el período de floración, llegando al máximo en el pico de floración (15/01/99 para las condiciones del verano 98-99), y no tienen correlación con el rendimiento final de semilla.

Hay que destacar que la floración estudiada coincide con el período medio de floración en Nueva Zelanda, pero por razones de fotoperíodo y temperatura se asemeja al período de floración inicial en ese país lo que dificulta la obtención del mismo rendimiento de semillas que en dicho país.

7. SUMMARY

The study's main purpose was to evaluate the effect of different treatments applied to reduce the vegetative growth of *Lotus pedunculatus* cv Maku. The crop was sowed in Autumn 1994, at the Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres.

The treatments consisted on the application of Atrazine and a disc in early spring, combined with fertilisers (P, PN, PNS, PNSB, PNSCu, PNSMo, PNSZn).

Samples of flowering periods were taken on 15/12/98, 30/12/98 and 15/01/99, in order to study the evolution of the flowering patterns.

The treatments used had no effect on the number of flowers per inflorescence. The number of flowers per umbel varied from 7.81 (15/12/98) to 9.27 (15/01/99), due to photoperiodic induction.

The treatments didn't show effect on the flower's weight.

The application of Atrazine had effects on the number of pods per umbel in the samples taken on 15/12/98: there were 6.18 pods per umbel compared to 5.39 pods per umbel in the untreated sample. Fertiliser application showed no effect on the number of pods; it's variation was due to climate factors (2.6 on 15/01/99 to 5.9 on 15/02/99).

Neither the applications of Atrazine, disc nor fertilisers produced effects on the number of seeds per pod (6.75 on 15/01/99 to 8.12 on 15/02/99).

The application of the herbicide and disc did have an incidence on the thousand seed weight only on 30/01/99, weighing more than the untreated sample.

The treatments had no effect on the number of seeds that germinated. Live seeds (germinated and hardseeds) varied from 67 % on 15/01/99 to 87 % on 15/02/99.

Three samples were taken to determine seed yield: a high, medium and low category. Treatments showed no effect in neither of the three samples. The average seed yield in the high category sample was 94.5 kg; the medium was 55.3 kg, while the low sample yielded 33.3 kg.

The study showed that all components improved during the flowering period. It also showed that components had no correlation with the final seed yield.

The photoperiod and temperature in this study was similar to the initial flowering period seen in New Zealand, which explains the difficulty to reach that country's seed yield.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BASCOU, G.; COSTA, R. 1995. Evolución de la semillazón y características asociadas en Lotus Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 93 p.
2. CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo. Hemisferio Sur. 518 p
3. _____, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1994. *Lotus pedunculatus*: adelantos sobre una forrajera que promete. Montevideo, INIA. (Serie Técnica Nº.45). 14p.
4. _____, M. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 524p.
5. CHARLTON, J.F.L. 1989. Temperature effects on germination of 'Grasslands Maku' lotus and other experimental lotus selections. Proceedings of the Nueva Zelandia Grassland Association 50 : 197 – 201.
6. CLIFFORD, P.T.P.; BRUCE – SMITH, J. 1998. An Overview of Lotus seed production potential in Uruguay. Lincoln, Nueva Zelandia. 20 p
7. 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
8. _____, M.D. 1984. 'Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) seed production: 2. Effect of row spacing and population density on seed yields. Journal of Applied Seed Production 3: 65 – 68.
9. _____, M.D. 1985. 'Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) seed production: 2. Effect of time of closing and severity of defoliation on seed yields. Journal of Applied Seed Production 3: 1 – 6.
10. _____, M.D.; ROLSTON, M.P. 1985. Scarification of lotus seed. Journal of Applied Seed Production 3: 6 - 11.

11. _____, M.D. 1992. Inter – and cross – row cultivation, Atrazine application and spraying effects on ' Grasslands Maku' lotus (*Lotus pedunculatus* Cav.) seed production. Journal of applied seed production 10: 78-83.
12. HILL, M. J.; WITCHWOOT, S. 1990. Vegetative and reproductive development in *Lotus uliginosus* Schk. Cv. 'Grassland Maku'. Applied Agricultural Research 5 (3) : 169-175.
13. 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 N° 1). P. 80-86.
14. LANGER, R. H. M. 1972. Growth of grasses and clovers: flowering and seed production. Pp 48-52 In: Pastures and pasture plants, Langer R. H. M. ed. Wellington, Nueva Zelandia, A.H. & A.W. Reed.
15. LI, Q.; HILL, M. J. 1989. Seed development and dormancy characteristics in *Lotus corniculatus* L. Nueva Zelandia Journal of Agricultural Research (32): 333-336.
16. LOWTHER, W.L.; WEDDERBURN, M.E.; TRAINOR, K.D. 1992. Reproductive phenology and natural reseeding of 'Grasslands Maku' *Lotus pedunculatus* in tussock grassland environments. (35): 157-162.
17. MONTOSI, F. 1996. El valor nutricional de los taninos condensados en el género lotus. In Berretta, E. J.; Morón, A.; Risso, D. F. ed. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. (Serie Técnica N°80). p. 107-111.
18. NEAL, G. W. 1983. Maku lotus seed production in practice. Proceedings of the Nueva Zelandia Grassland Association 4: 36-41.
19. SEANEY, R. R.; HENSON, P. R. 1970. Birdsfoot trefoil. Advances in Agronomy 22: 119-157.
20. TABORA, R. S.; HILL, M. J. 1990. An examination of vegetative and reproductive growth habits and their contribution to seed yield in 'Grassland Maku' Lotus (*Lotus uliginosus* Schk.). Journal of Applied Seed Production 9: 7-15
21. _____, R.S.; HILL, M.J. 1992. Effects of paclobutrazol on 'Grasslands Maku' Lotus (*Lotus uliginosus* Schk.) grown for seed production. Journal of applied seed production 10: 52-57.

22. THOMAS, R. G.; FORDE, B. J. 1967. Flowering in *Lotus pedunculatus* Cav. 2.: minimal photoperiodic requirement for inflorescence initiation and development. Nueva Zelandia Journal of Botany 5 (2): 241-254.
23. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1996. Micronutrientes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 41p.
24. WEDDERBURN, M. E. 1986. Effect of applied nitrogen, increased inoculation, broadcast lime, and seed pelleting on establishment of *Lotus pedunculatus* cv. 'Grasslands Maku' in tussock grasslands. Nueva Zelandia Journal of Experimental Agriculture (14): 31-36.

9 ANEXOS:

Anexo N°1 – Comparación de medias para flores por inflorescencia en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Herbicida	8,1882 a	8,8150 a	9,6125 a
Disquera	7,9294 a	9,0476 a	9,2625 a
Testigo	7,2333 b	8,7500 a	8,9292 a
DMS: 10%	0,5974	0,4926	0,7524

Fertilización	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Testigo	7,9000 abc	8,5500 b	9,0556 a
P	8,2600 ab	8,7500 ab	8,9000 a
PN	7,3857 c	9,0222 ab	9,3667 a
PNS	8,0250 abc	8,6333 b	9,3778 a
PNSB	8,4250 a	8,8400 ab	9,2333 a
PNSCu	7,5250 c	9,1000 ab	9,2889 a
PNSMo	7,8143 abc	9,3333 a	9,4556 a
PNSZn	7,5714 bc	8,9000 ab	9,4667 a
DMS: 10%	0,6900	0,6378	0,8538

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha.

Anexo N°2: Niveles de significancia para los diferentes tratamientos según fecha de muestreo para flores por inflorescencia.

Tratamiento	Fechas		
	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Manejo Previo	0,138	0,293	0,266
Fertilización	0,584	0,420	0,923
Interacción	0,631	0,946	0,671

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°3 – Comparación de medias para **Peso de 10 umbelas** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Herbicida	0,46059 a	0,45050 a	0,54750 b
Disquera	0,45176 a	0,47095 a	0,60125 a
Testigo	0,40467 b	0,45667 a	0,56792 ab
DMS: 10%	0,0415	0,0258	0,0434

Fertilización	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Testigo	0,45333 a	0,45333 ab	0,55323 a
P	0,46200 a	0,45750 ab	0,56111 a
PN	0,40571 b	0,47576 ab	0,58788 a
PNS	0,45750 a	0,44500 ab	0,58556 a
PNSB	0,45250 a	0,45000 ab	0,58333 a
PNSCu	0,42500 ab	0,46429 ab	0,58100 a
PNSMo	0,45429 a	0,48000 a	0,57778 a
PNSZn	0,43143 ab	0,44000 b	0,54889 a
DMS: 10%	0,0467	0,0387	0,0424

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Anexo N°4: Niveles de significancia para los diferentes tratamientos según fecha de muestreo para **peso seco de 10 umbelas**.

<i>Tratamiento</i>	<i>Fechas</i>		
	<i>15-Dic</i>	<i>30-Dic</i>	<i>15-Ene</i>
Manejo Previo	0,247	0,119	0,130
Fertilización	0,621	0,354	0,589
Interacción	0,171	0,642	0,715

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°5 – Comparación de medias para **Chauchas por umbela** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Herbicida	2,9959 a	5,4685 a	6,1842 a
Disquera	2,7788 a	5,3762 a	5,8092 ab
Testigo	2,1580 b	5,4608 a	5,3884 b
DMS: 10%	0,6178	0,6096	0,5567

Fertilización	15-Dic	30-Dic	15-Ene
Testigo	2,5430 a	5,8100 a	6,0722 a
P	2,8200 a	4,9400 b	6,1259 a
PN	3,0614 a	5,3472 ab	6,0639 a
PNS	2,5938 a	5,5250 ab	5,5310 a
PNSB	2,7050 a	5,1280 ab	5,8783 a
PNSCu	2,3125 a	5,1671 ab	5,1241 a
PNSMo	2,7057 a	5,7450 a	5,9757 a
PNSZn	2,6243 a	5,7150 ab	5,5804 a
DMS: 10%	0,9382	0,7823	1,0781

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Anexo N°6: Niveles de significancia para los diferentes tratamientos según fecha de muestreo para **chauchas por umbela**

Tratamiento	Fechas		
	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Manejo Previo	0,101	0,599	0,091
Fertilización	0,993	0,291	0,703
Interacción	0,493	0,424	0,368

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°7 – Comparación de medias para **Semillas por chauchas** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previc	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Herbicida	6.702 ab	6,568 a	7,9458 a
Disquera	7,357 a	7,238 a	7,9413 a
Testigo	6,107 b	6,182 a	8,4671 a
DMS: 10%	0,8889	1,2348	1,5669

Fertilización	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Testigo	6,827 abc	7,0650 ab	7,5661 ab
P	8,542 a	7,8800 a	9,3280 a
PN	7,234 abc	6,7222 b	8,5390 ab
PNS	7,500 ab	6,4683 b	8,1890 ab
PNSB	4,915 c	6,7920 b	7,4060 b
PNSCu	6,374 abc	6,6914 b	7,1040 b
PNSMo	6,420 abc	6,7717 b	8,9170 ab
PNSZn	5,886 bc	6,4500 b	7,9001 ab
DMS: 10%	2,3526	1,0677	1,8652

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°8: Niveles de significancia para los diferentes tratamientos según fecha de muestreo **Semillas por chauchas**

<i>Tratamiento</i>	<i>Fechas</i>		
	<i>15-Ene</i>	<i>30-Ene</i>	<i>15-Feb</i>
Manejo Previo	0,184	0,291	0,732
Fertilización	0,421	0,552	0,434
Interacción	0,523	0,986	0,290

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°9– Comparación de medias para **Peso de 1000 semillas** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Herbicida	0,5042 a	0,6728 a	0,7148 ab
Disquera	0,5674 a	0,6390 a	0,7404 a
Testigo	0,8479 a	0,5428 b	0,6955 b
DMS: 10%	0,4209	0,0504	0,0437

Fertilización	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Testigo	0,6365 ab	0,6457 ab	0,7014 ab
P	0,5650 ab	0,6641 ab	0,6607 b
PN	0,5532 ab	0,6540 ab	0,7263 ab
PNS	0,5778 ab	0,6017 ab	0,7107 ab
PNSB	0,4840 ab	0,6110 ab	0,7623 a
PNSCu	1,0412 a	0,5824 b	0,7224 ab
PNSMo	0,4540 b	0,6954 a	0,7118 ab
PNSZn	0,6088 ab	0,7001 a	0,7395 ab
DMS: 10%	0,5696	0,1130	0,0924

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°10: Niveles de significancia par los diferentes tratamientos según fecha de muestreo **Peso de mil semillas**

Tratamiento	Fechas		
	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Manejo Previo	0,307	0,017	0,205
Fertilización	0,278	0,641	0,718
Interacción	0,602	0,172	0,471

Nota: Pr > F = 0.10

Anexo N°11 – Comparación de medias para la **germinación** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Herbicida	6,059 a	5,400 a	6,917 a
Disquera	2,941 a	4,619 a	6,750 a
Testigo	2,733 a	5,333 a	7,875 a
DMS: 10%	3,6964	3,9474	4,1155

Fertilización	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Testigo	2,667 a	2,500 c	7,444 a
P	2,600 a	2,750 c	8,444 a
PN	1,714 a	7,222 ab	5,333 a
PNS	3,750 a	4,833 abc	5,222 a
PNSB	3,500 a	7,600 a	8,444 a
PNSCu	5,625 a	5,714 abc	9,222 a
PNSMo	5,286 a	4,167 bc	5,333 a
PNSZn	5,000 a	3,500 c	8,000 a
DMS: 10%	5,5336	3,2636	4,3696

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°12: Niveles de significancia de los tratamientos según fecha de muestreo para **Germinación**

<i>Tratamiento</i>	<i>Fechas</i>		
	<i>15-Ene</i>	<i>30-Ene</i>	<i>15-Feb</i>
Manejo Previo	0,373	0,591	0,828
Fertilización	0,980	0,353	0,552
Interacción	0,785	0,424	0,270

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°13 – Comparación de medias para las **duras** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Herbicida	57,00 a	80,15 a	80,83 a
Disquera	71,23 a	85,14 a	80,67 a
Testigo	60,33 a	67,83 b	78,42 a
DMS: 10%	15,12	11,77	12,61

Fertilización	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Testigo	81,33 a	80,83 ab	80,56 a
P	72,60 a	91,75 a	81,00 a
PN	58,57 ab	82,56 ab	81,56 a
PNS	63,00 a	79,83 ab	81,11 a
PNSB	35,75 b	78,20 ab	80,67 a
PNSCu	70,00 a	78,86 ab	75,11 a
PNSMo	64,57 a	69,17 b	80,67 a
PNSZn	58,43 ab	91,15 a	79,11 a
DMS: 10%	24,30	14,01	13,75

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°14: Niveles de significancia de los tratamientos según fecha de muestreo para semillas **Duras**

<i>Tratamiento</i>	<i>Fechas</i>		
	<i>15-Ene</i>	<i>30-Ene</i>	<i>15-Feb</i>
Manejo Previo	0,212	0,060	0,904
Fertilización	0,201	0,137	0,992
Interacción	0,422	0,233	0,540

Nota: Pr > F = 0.10

Anexo N°15 – Comparación de medias para las **no viables** en cada una de las diferentes fechas analizadas.

Manejo Previo	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Herbicida	35,12 a	14,45 a	12,25 a
Disquera	25,82 a	10,24 a	12,58 a
Testigo	36,87 a	13,00 a	13,71 a
DMS: 10%	11,50	7,90	9,99

Fertilización	15-Ene	30-Ene	15-Feb
Testigo	16,00 b	16,60 a	12,00 a
P	24,80 b	5,50 a	10,56 a
PN	38,86 ab	10,20 a	13,11 a
PNS	33,25 b	15,30 a	13,67 a
PNSB	60,75 a	14,20 a	10,89 a
PNSCu	24,38 b	15,43 a	15,67 a
PNSMo	29,57 b	12,83 a	14,00 a
PNSZn	33,43 b	5,00 a	12,89 a
DMS: 10%	24,87	13,52	12,17

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°16: Niveles de significancia de los tratamientos según fecha de muestreo para semillas **no viables**

<i>Tratamiento</i>	<i>Fechas</i>		
	<i>15-Ene</i>	<i>30-Ene</i>	<i>15-Feb</i>
Manejo Previo	0,251	0,255	0,949
Fertilización	0,239	0,687	0,996
Interacción	0,282	0,682	0,749

Nota: $Pr > F = 0.10$

Anexo N°17- Correlaciones entre los diferentes factores que determinan el rendimiento, con el rendimiento en las diferentes muestras para la floración del 15/12/1998.

Fecha 15/12	Rendimiento			Componentes del rendimiento								
	Alto	Medio	Bajo	Flores/Infl.	Peso/10 Umb.	Chau./Umb.	Sem/Chau.	P.Mill Sem	Cuajado	Germ.	Duras	No Viables
Rendimiento	1,0000	1,0000	1,0000									
α	0,0001	0,0001	0,0001									
Flores/Infl.	0,2153	0,0460	0,2373	1,0000	0,6604	0,1952	0,1124	-0,1109	-0,1349	-0,1855	0,1545	-0,2504
α	0,1216	0,7436	0,8661	0,0001	0,0001	0,1655	0,4275	0,4384	0,3404	0,2395	0,2712	0,3154
Peso/10 Umb.	0,1083	0,1811	0,0956		1,0000	0,1078	0,0219	-0,0685	-0,1203	0,0345	0,2142	-0,3725
α	0,4401	0,1944	0,4981		0,0001	0,4469	0,8876	0,6331	0,3957	0,8284	0,1273	0,0099
Chauchas/Umb.	-0,0121	0,0218	0,2191			1,0000	0,1963	-0,2002	0,9396	0,1712	0,0285	-0,2580
α	0,9323	0,8780	0,1186			0,0001	0,1630	0,0464	0,0001	0,2784	0,8411	0,0800
Sem/Chaucha	-0,1336	-0,0729	-0,1013				1,0000	0,1547	0,1382	-0,1096	0,3864	-0,4083
α	0,3381	0,6074	0,4747				0,0001	0,1785	0,3287	0,4894	0,0047	0,0044
P.Mill Sem	0,1274	-0,0188	0,2138					1,0000	-0,2804	-0,2771	0,3256	-0,6105
α	0,3732	0,8961	0,1319					0,0001	0,0462	0,0795	0,0198	0,0001
Cuajado	-0,0778	0,0185	0,2330						1,0000	0,2538	-0,0486	-0,1251
α	0,5838	0,8964	0,0965						0,0001	0,1048	0,7324	0,4021
Germ.	0,0060	-0,1557	-0,1883							1,0000	-0,0682	-0,1094
α	0,9699	0,3248	0,2325							0,0001	0,6647	0,5073
Duras	0,0373	-0,0819	0,0624								1,0000	-0,9817
α	0,7931	0,5637	0,6500								0,0001	0,0001
No Viables	-0,0763	-0,0011	0,0261									1,0000
α	0,6102	0,9940	0,8635									0,0001

Anexo N°18 - Correlaciones entre los diferentes factores que determinan el rendimiento, con el rendimiento en las diferentes muestras para la floración del 30/12/1998.

Fecha 30/12	Rendimiento			Componentes del rendimiento								
	Alto	Medio	Bajo	Flores/Infl.	Peso/10 Umb.	Chauchas/Umb.	Sem/Chaucha	P.Mill Sem	Cuajado	Germ.	Duras	No Viables
Rendimiento	1,0000	1,0000	1,0000									
α	0,0001	0,0001	0,0001									
Flores/Infl.	0,1038	0,0319	-0,0123	1,0000	-0,0009	0,1552	0,0163	0,1434	-0,6252	-0,2470	0,1829	-0,2724
α	0,4876	0,8316	0,9347	0,0001	0,9951	0,2976	0,9134	0,3362	0,0001	0,1019	0,2184	0,0703
Peso/10 Umb.	0,3173	0,0625	0,0194		1,0000	0,0355	0,3177	0,0837	0,1912	-0,2898	0,2133	-0,1381
α	0,0298	0,6763	0,8970		0,0001	0,8128	0,0295	0,5758	0,1979	0,0534	0,1501	0,3658
Chauchas/Umb.	0,1886	-0,0036	-0,0615			1,0000	0,3417	0,3955	0,8117	-0,3913	0,4408	-0,4003
α	0,2043	0,9809	0,6782			0,0001	0,0187	0,0059	0,0001	0,0079	0,0019	0,0064
Sem/Chaucha	0,3486	0,1389	-0,0839				1,0000	0,2348	0,1211	-0,3738	0,5649	-0,5399
α	0,0164	0,7974	0,5750				0,0001	0,1121	0,4174	0,0114	0,0001	0,0001
P.Mill Sem	0,1821	0,1169	-0,1091					1,0000	0,1674	-0,3202	0,6000	-0,5806
α	0,2205	0,4339	0,4655					0,0001	0,2607	0,0320	0,0001	0,0001
Cuajado	-0,0497	-0,0903	-0,0717						1,0000	-0,2901	0,1262	-0,2928
α	0,7402	0,5459	0,6322						0,0001	0,0533	0,3980	0,0509
Germ.	-0,2503	0,0169	-0,1589							1,0000	-0,5860	0,3919
α	0,0973	0,9125	0,2973							0,0001	0,0001	0,0085
Duras	0,2915	0,1043	-0,0010								1,0000	-0,9778
α	0,0468	0,4854	0,9945								0,0001	0,0001
No Viables	-0,2420	-0,1372	0,0344									1,0000
α	0,1093	0,3689	0,8226									0,0001

Anexo N°19 - Correlaciones entre los diferentes factores que determinan el rendimiento, con el rendimiento en las diferentes muestras para la floración del 15/01/1999

Fecha 15/1	Rendimiento			Componentes del rendimiento								
	Alto	Medio	Bajo	Flores/Inf.	Peso/10 Umb.	Chauchas/Umb	Sem/Chaucha	P Mill Sem	Cuajado	Germ.	Duras	No Viabiles
Rendimiento	1,0000	1,0000	1,0000									
α	0,0001	0,0001	0,0001									
Flores/Inf.	0,0513	-0,0463	-0,1054	1,0000	-0,0719	-0,0403	-0,0199	0,0980	-0,6040	-0,1763	0,1381	-0,0957
α	0,6686	0,6992	0,3782	0,0004	0,5482	0,7366	0,8684	0,4126	0,0001	0,1535	0,2475	0,4305
Peso/10 Umb.	0,2730	0,2760	0,1316		1,0000	-0,0505	0,0478	0,3205	-0,2129	-0,2602	0,1880	-0,0671
α	0,0203	0,0189	0,2703		0,0001	0,6736	0,6898	0,0061	0,0725	0,0335	0,1138	0,5811
Chauchas/Umb	0,0284	-0,0238	0,1562			1,0000	0,2075	0,0660	0,7656	-0,1702	0,1111	-0,0567
α	0,8128	0,8425	0,1902			0,0001	0,0803	0,5818	0,0001	0,1686	0,3527	0,6409
Sem/Chaucha	0,0509	0,2057	0,1004				1,0000	-0,1985	0,1219	-0,1216	0,3627	-0,4150
α	0,6713	0,0831	0,4016				0,0001	0,0947	0,3076	0,3269	0,0017	0,0004
P Mill Sem	-0,1105	-0,0072	0,1056					1,0000	-0,0513	-0,1442	0,0041	0,0921
α	0,3556	0,9520	0,3772					0,0001	0,6684	0,2444	0,9726	0,4485
Cuajado	-0,0793	-0,0744	0,1146						1,0000	0,0527	-0,0443	0,0336
α	0,5079	0,5343	0,3378						0,0001	0,6720	0,7115	0,7824
Germ.	-0,1658	-0,0614	-0,2013							1,0000	-0,5708	0,1899
α	0,1800	0,6218	0,1024							0,0001	0,0001	0,1296
Duras	0,2889	0,1774	0,0873								1,0000	-0,9149
α	0,0138	0,1360	0,4657								0,0004	0,0001
No Viabiles	-0,2407	-0,1656	0,0329									1,0000
α	0,0448	0,1707	0,7867									0,0001

Anexo N°20 - Comparación de medias para rendimiento en cada una de las diferentes muestras

Manejo Previo	Alto	Medio	Bajo
Herbicida	94,63 a	54,79 a	31,54 a
Disquera	98,54 a	58,83 a	31,50 a
Testigo	90,46 a	52,42 a	36,91 a
DMS: 10%	49,52	27,02	9,05

Fertilización	Alto	Medio	Bajo
Testigo	91,44 ab	54,00 ab	33,33 a
P	109,56 a	52,33 ab	38,11 a
PN	73,67 b	46,22 b	39,33 a
PNS	93,44 ab	57,11 ab	26,67 a
PNSB	90,56 ab	49,33 ab	23,89 a
PNSCu	113,22 a	67,78 a	41,00 a
PNSMo	110,22 a	68,11 a	32,78 a
PNSZn	74,22 b	47,89 b	31,44 a
DMS: 10%	34,30	19,63	17,45

Nota: las letras comparan dentro de cada fecha

Cuadro N°21: Niveles de significancia de los tratamientos según tipo de muestreo

Tratamiento	Rendimiento		
	Alto	Medio	Bajo
Manejo Previo	0,942	0,881	0,422
Fertilización	0,343	0,404	0,690
Interacción	0,309	0,962	0,985

Nota: $Pr > F = 0.10$

Cuadro N°22: Comparación entre los diferentes factores que determinan rendimiento entre Treinta y Tres y Nueva Zelandia en inicios y mediados de floración.

	Treinta y Tres	New Zealand	
		Inicios	Mediados
Inicio Floración	15-Dic	22-Nov	14-Dic
Final Floración	15-Ene	13-Dic	17-Ene
Fotoperiodo	14,25 - 14,1 hrs	14,7 - 15,1 hrs	15,1 - 14,9 hrs
Flores por Infl.	9,27	8,1	11,1
Chauchas por Umb.	5,79	5,9	10,4
Semillas por Chau.	8,12	6,1 - 8,8	6,1 - 8,8
Peso de 1000 Semill	0,71	0,7 - 0,71	0,7 - 0,71

Nota: Los datos para Treinta y tres corresponden al pico de floración, mientras que para Nueva Zelandia corresponden a la media de los períodos.