

Capítulo 2

GORGOJO ARGENTINO DE LAS BALLICAS *Listronotus bonariensis* (Kuschel) EN LA X REGIÓN

Ernesto Cisternas A. y Marcelo Villagra B.

2.1 Introducción

El gorgojo argentino de las ballicas *Listronotus bonariensis* (Kuschel), es un insecto nativo de Sudamérica. Este insecto accidentalmente introducido a Nueva Zelandia detectado en 1927, no fue plaga sino hasta fines de 1950 (May, 1961). En Chile los primeros registros de ataque fueron entregados por Norambuena y Gerding, (1985) sobre trigo y cebada y posteriormente sobre ballicas, festuca y maíz por Aguilera y Marín (1994) y Cisternas y Torres (1997). En la década de los 90 se registraron ataques intensos del insecto principalmente en la X Región y en menor medida en la VIII y IX Regiones.

En praderas naturalizadas polifíticas los primeros daños de este insecto de hábito alimenticio nocturno y de características crípticas durante el día, se caracteriza por atacar las especies gramíneas, fundamentalmente ballicas (*Lolium spp.*) y con especial preferencia a ballicas de rotación corta (*L. multiflorum* y *L. hybridum*), especies de gran importancia e introducidas masivamente en muchos sistemas ganaderos del Sur de Chile. Este insecto en Chile se distribuye desde la IV Región de Coquimbo a la XII Región de Magallanes y en el ámbito mundial está registrado en Argentina, Uruguay, Bolivia, Brasil, Nueva Zelandia y Australia (Artigas, 1994; Aguilera *et al*, 1996). Williams *et al*, (1994), determinaron que la procedencia de las poblaciones de Nueva Zelandia y Australia tienen su origen en las poblaciones de la costa este de Sudamérica.

2.2 Reconocimiento del insecto.

El insecto presenta cuatro formas distintas en su metamorfosis. Como adulto (Fotografía 2.1), es un gorgojo de 2,5 a 4,0 mm. de largo, de color café, cubierto de escamas grises y rostro prolongado característico. Durante el día se localiza entre la hojarasca sobre o levemente bajo el suelo y de noche sobre las plantas alimentándose del follaje. El huevo es pequeño, 0,50 a 0,75 mm de largo, (Fotografía 2.2), negro, ovipuesto en grupos o individualmente dentro del tejido de la vaina del macollo. La larva varía según su desarrollo entre 0,6 a 8,0 mm de largo (Fotografía 2.3), es blanca, sin patas y cabeza amarillo-cafesosa, se localiza dentro de las vainas de los macollos de la planta y al final de su desarrollo se desplaza al suelo a 1 o 2 cm. de profundidad donde se forma la pupa (Fotografía 2.4). La pupa mide entre 2,5 y 3,5 mm de largo, de color blanca o blanco-amarillento.



Fotografía 2.1 Gorgojo en estado adulto.



Fotografía 2.2 Huevo de *L.bonariensis*.



Fotografía 2.3 Larva de *L.bonariensis*.



Fotografía 2.4 Pupa de *L.bonariensis*.

En la X Región el insecto tiene dos generaciones al año (bivoltino) pudiendo tal vez en zonas particulares y dependiendo de las condiciones climáticas del año, presentar desde una a tres generaciones. Aguilera y Marín (1994), indican que en la IX Región el insecto presenta dos generaciones.

La primera generación se desarrolla en la primavera, iniciándose la oviposición desde fines de agosto, (esto en los años de invierno más benigno o temperado), hasta mediados de noviembre – diciembre; cuando se inicia la emergencia de los adultos (diciembre – enero). La segunda generación se desarrolla en el verano

determinándose oviposiciones hasta mediados de marzo y la emergencia de adultos hasta mayo. Los adultos de esta segunda generación son los que transcurren parte del otoño e invierno en estado de diapausa invernal. (Figura 2.1).

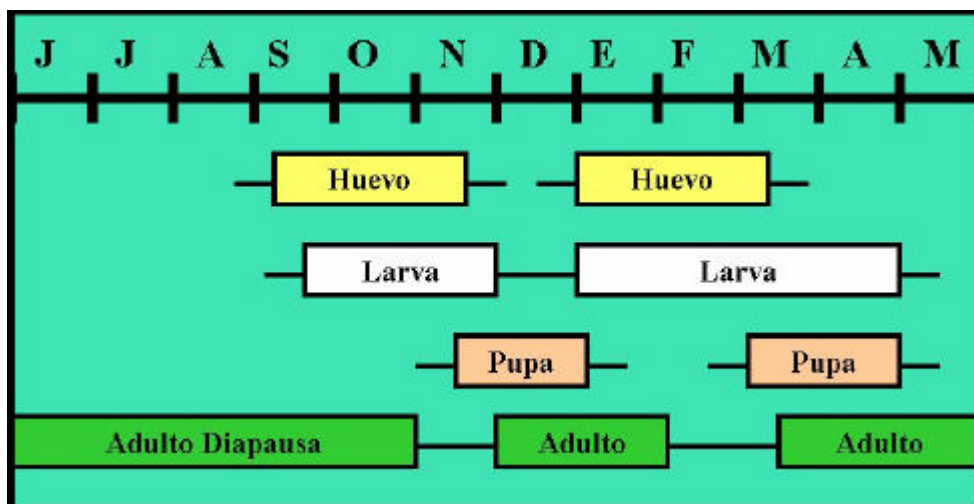


Figura 2.1 Ciclo estacional de *L. bonariensis* en la X Región .

2.3 Curva de vuelo estacional

La curva de vuelo estacional de *L. bonariensis* se estableció en el predio Remehue, comuna de Osorno, a través de capturas en trampas pegajosas (Fotografía 2.5). El inicio de las capturas en ambas temporadas ocurrió la semana 43, es decir a fines de octubre, cuando la temperatura media ambiente supera los 10°C. En evaluaciones de temporadas anteriores el inicio de las capturas fue la semana 39 y en esta última temporada primavera del 2002, la primera captura se colectó la semana 46. De una u otra forma esto refleja una dependencia de las condiciones climáticas para que ello ocurra. Según Pottinger, (1966) citado por Barker *et al*, (1989) el vuelo necesita una temperatura mínima y la alta humedad la inhibe. Un mayor número de vuelos fue observado en Nueva Zelanda cuando la temperatura fue mayor a 15°C y la humedad relativa menor al 40%.



Fotografía 2.5 Trampa pegajosa para la captura de adultos de *L. bonariensis* en vuelo.

Las condiciones climáticas del año, la condición fisiológica del insecto y la disponibilidad de alimento, son factores que incidirán en el comportamiento de vuelo; por lo tanto, ello hará que la dispersión a través del vuelo sea un importante elemento en la dinámica de población del insecto, particularmente donde las condiciones de clima favorezcan la actividad de vuelo del insecto (Barker *et al*, 1989).

El vuelo de los adultos se inició con distintas sumas térmicas siendo en la temporada 2000 – 2001 (42 a 59 GD base 10°C) y en la temporada 2001 – 2002 (85 a 109 GD base 10°C). Esta diferencia en GD entre temporadas indicaría que otros factores climáticos como la humedad relativa sería importante en la actividad de vuelo.

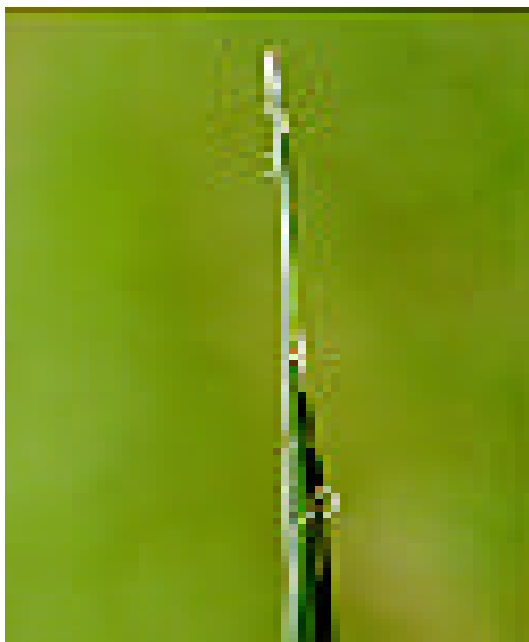
Queda claro que *L. bonariensis*, no vuela desde abril a fines de septiembre, alimentándose sobre la pradera sólo cuando la temperatura lo permite a fines de otoño y fines de invierno.

2.4 Caracterización de los daños en gramíneas pratenses.

Los daños sobre las plantas causados por *L. bonariensis* variarán influenciados por varios factores: el clima, especies de gramíneas pratenses, niveles de endófitos en las ballicas, depredación y parasitismo, así como epizootias causadas por agentes entomopatógenos.

El daño de los adultos se localiza en el follaje, principalmente en los ápices de las hojas. Característica es entonces la proliferación de ventanas rectangulares con nervaduras enrolladas, lo cual es evidente a contra luz. Este tipo de daño no es de importancia cuando las plantas son maduras; pero adquiere importancia en plantas pequeñas estresadas y/o plántulas (Fotografía 2.6).

El daño de las larvas, causa la muerte de los macollos, yemas y corte de primordios de hojas, lo cual se evidencia en la base del macollo (Fotografía 2.7), donde es posible ver perforaciones circulares, fecas tipo aserrín y muerte de macollos. El daño se magnifica principalmente en períodos secos, incrementándose las áreas de suelo desnudo y disminuyendo la tasa de macollamiento (Fotografía 2.8).



Fotografía 2.6 Daño en hoja causado por el gorgojo adulto.



Fotografía 2.7 Daño en macollo nuevo causado por el gorgojo larva.



Fotografía 2.8 Daño en pradera causado por el gorgojo de las ballicas.

2.4.1 Evaluación de los daños del estado adulto

La evaluación de la acción del insecto adulto se centró en los daños que éstos pueden causar a las plántulas al establecimiento de las gramíneas pratenses. Para determinar esto, se diseñó un experimento bajo condiciones controladas, donde se introdujo densidades conocidas del adulto del insecto en macetas. Se determinó, el efecto de las distintas densidades de población sobre la sobrevivencia de plantas, porcentaje de hojas dañadas y rendimiento de materia verde.

Bajo estas condiciones se determinó que densidades mayores o iguales a 125 adultos /m², son críticas para el establecimiento de praderas. Siendo mayor el efecto sobre las ballicas de rotación (Sabalan y Barspectra) y en menor medida las ballicas perennes. La ballica perenne evaluada con endófito Yatsyn, mostró un mayor índice de sobrevivencia, menor daño foliar y mayor rendimiento de follaje, incluso toleró poblaciones mayores a 125 adultos/m² Figura 2.2.

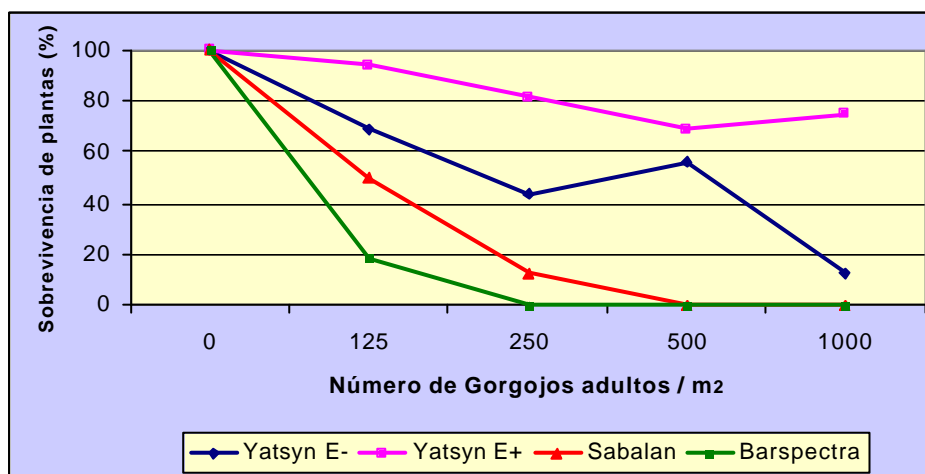


Figura 2.2 Efecto de las densidades de gorgojo sobre la sobrevivencia de plantas en distintos cultivares.

Bajo condiciones de campo se correlacionó densidad de población de adultos y daño de macollos, quedando claro que a mayor densidad de adultos, mayor número de macollos dañados. El valor de los parámetros fue $R = 0,835$ y el $R^2 = 0,697$.

2.4.2 Daños del estado larval

La larva puede causar daños, a la siembra, cuando se encuentra en el suelo luego de haber abandonado su planta hospedera atacando las plántulas bajo el suelo a la altura del cuello. El otro momento de ataque ocurre cuando el adulto ha puesto sus huevos sobre el hospedero y emergen las larvas, que penetran el macollo de la planta regularmente sobre el suelo.

Los daños larvarios son regularmente severos e irreversibles, teniendo los macollos una muy baja tasa de recuperación. Los niveles de ataque larval serán altos en los cultivares de rotación y en menor magnitud en los cultivares perennes sin endófitos. La menor incidencia de daño larval se presenta en los cultivares perennes con endófito.

En la Figura 2.3 se presenta el grado de ataque promedio de cultivares perennes con bajo o sin de endófito versus cultivares con altos niveles de endófito. En las dos temporadas de evaluación se aprecia diferencias importantes en el grado de ataque.

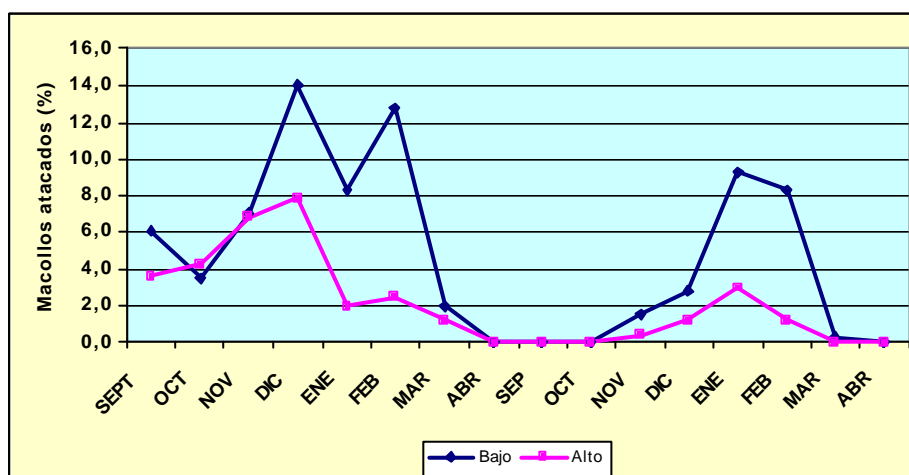


Figura 2.3 Porcentaje de ataque de macollos de ballicas perennes con niveles bajos y altos de endófito.

2.4.3 Estimación de daños y pérdidas

L. bonariensis puede producir daño y causar pérdida en praderas al establecimiento, donde el estado adulto y las larvas residentes en el suelo se alimentan de las plántulas. Estos daños pueden ser atribuidos a otros factores como una baja germinación de la semilla o un efecto de estrés hídrico. Las larvas pueden matar plantas nuevas y reducir el número de macollos vivos y en consecuencia afectar la producción de la pradera, como así mismo la estacionalidad y composición botánica. En Osorno se determinaron pérdidas de un 44,4 % en

producción de materia seca en la ballica bianual Montblanc, en cinco cortes (enero – agosto) (Cisternas, 2001).

En Nueva Zelandia Prestidge *et al*, (1991) asumen entre un 5 a 30% de pérdidas de rendimiento en praderas de *L. perenne* menores de 3 años y un 2% en praderas mayores de 3 años debido a *L. bonariensis*. Golson y Trought (1980) determinaron en el mismo país una pérdida del 69,6% en 12 semanas en ballica Manawa.

Existen además daños indirectos sobre los animales, como el efecto de la intoxicación por hongos endófitos presentes en las ballicas y el meteorismo que se produce por una mayor proporción de leguminosas en praderas atacadas.

Entre los años 2000 – 2002 se evaluó en Remehue –Osorno el efecto natural de *L. bonariensis* sobre al grado de ataque de macollos y la producción de materia seca, así como la evolución de la infestación natural de la plaga sobre cuatro cultivares de ballicas con y sin protección permanente de insecticida.

En la Figura 2.4 se observa la evolución natural de la población de la plaga. La evaluación inicial de población indicó la ausencia de la plaga a la siembra en otoño del 2000. En los tratamientos sin protección química se observa un incremento sustantivo de la densidad de la plaga, en comparación a la presencia en niveles mínimos del insecto en los tratamientos con protección química permanente.

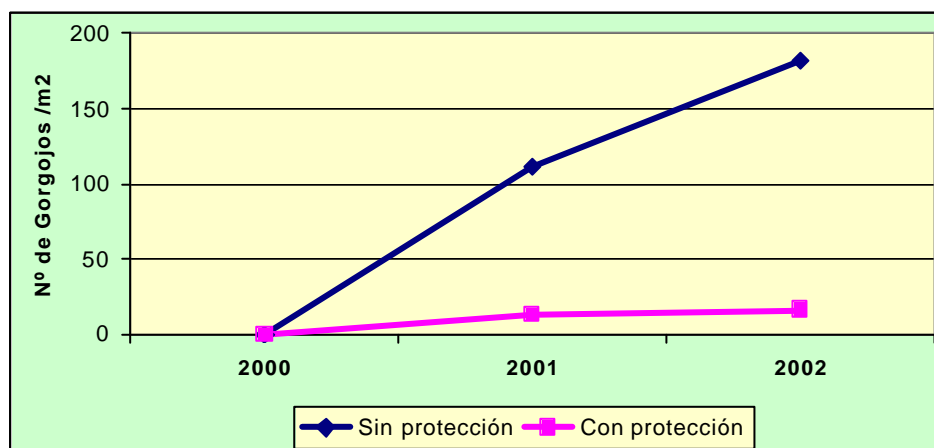


Figura 2.4 Dinámica de la población de *L. bonariensis* en los tratamientos con y sin protección química permanente.

En la Figura 2.5 se presentan los rendimientos obtenidos en los tratamientos con y sin protección en la temporada I (2000/2001) y II (2001/2002). En la temporada I los cultivares Tama, Montblanc y Napoleón con protección química se determinaron diferencias de producción, situación que no se presentó en el cultivar Maverick. En la temporada II no se detectaron diferencias en los cultivares Maverick y Napoleón con

y sin protección química. Se mantuvo la diferencia detectada en la temporada I en el cultivar Montblanc. El cultivar Tama sembrado en primavera en la segunda temporada sufrió un fuerte efecto de la plaga al establecimiento.

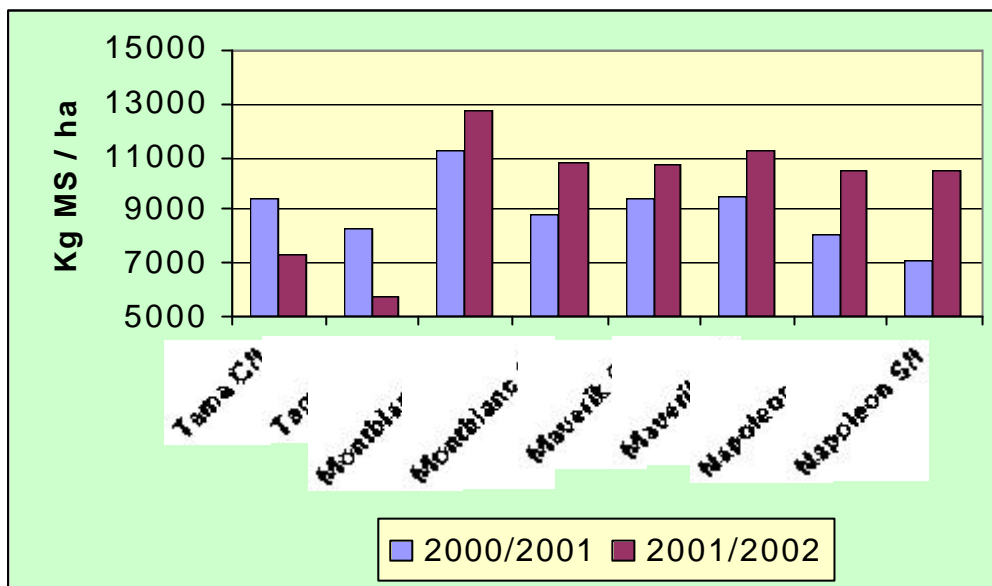


Figura 2.5 Producción de forraje de los distintos cultivares según tratamiento (C) Con Insecticida y (SI) Sin Insecticida. Temporadas 2000 - 2002.

En las Figuras 2.6 y 2.7 se presentan las dinámicas de ataque de la plaga en los diferentes cultivares con y sin control químico permanente. Los cultivares Napoleón y Maverick, ambos cultivares perennes con bajos niveles de endófitos 6 y 4% respectivamente, presentaron niveles bajos de ataque en comparación a los cultivares de rotación Tama (anual) y Montblanc (bianual).

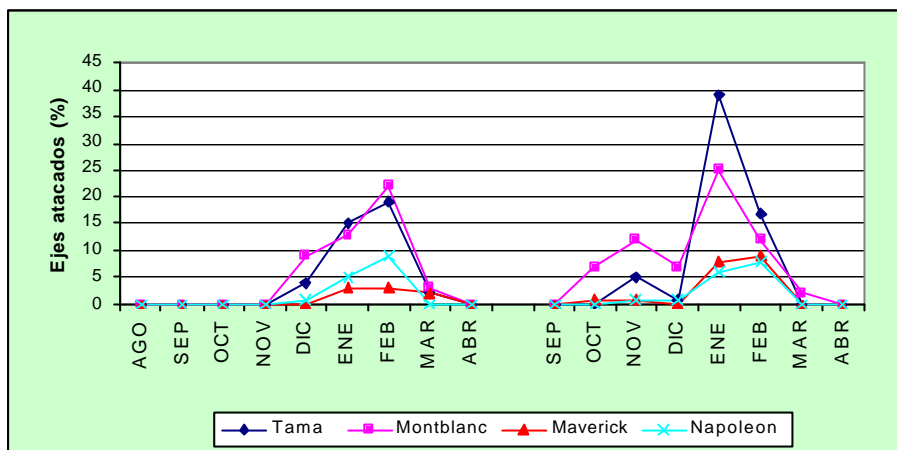


Figura 2.6 Dinámica de ataque de *L. bonariensis* en las ballicas sin protección química permanente. Periodo 2000 - 2002

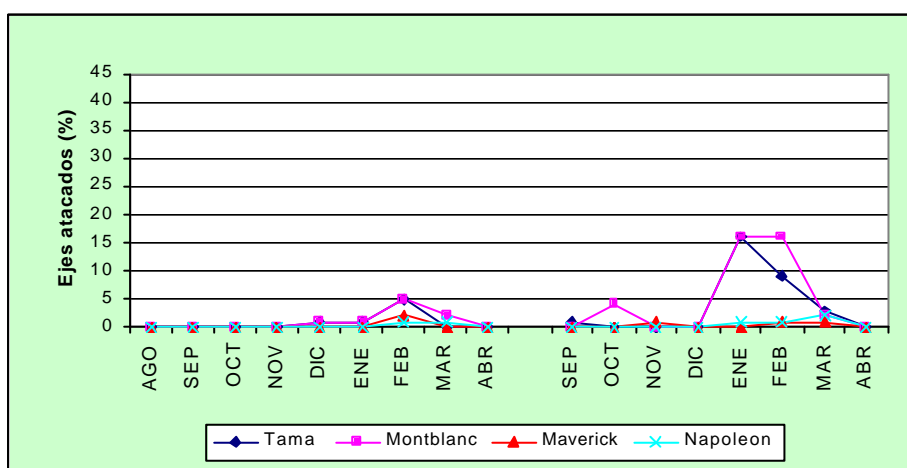


Figura 2.7 Dinámica de ataque de *L. bonariensis* en las ballicas con protección química permanente. Periodo 2000 - 2002.

2.5. Susceptibilidad de las ballicas al ataque de *L. bonariensis* bajo condiciones de campo en tres localidades de la X Región.

La susceptibilidad al ataque del gorgojo de las ballicas se determinó principalmente por el grado de ataque, oviposición y presencia de larval en el hospedero. Para determinar esto se evaluó sistemáticamente (cada mes) distintos parámetros durante el periodo de actividad del insecto (primavera, verano, otoño 2000 -2002).

Se evaluaron 15 cultivares perennes y 10 cultivares de rotación en tres localidades: Los Lagos, Remehue y Nueva Braunau .

Para determinar la susceptibilidad al ataque del gorgojo se consideraron los siguientes parámetros :

- Macollos atacados (%)
- Número de huevos en 100 macollos
- Número de larvas en 100 macollos

Considerando que la dinámica de la población y el ataque de la plaga es multifactorial, (densidad e intensidad de la plaga, tasa de mortalidad natural, presencia y niveles de endófito, clima, hospederos, cultivo anterior, etc.), se utilizaron categorías de susceptibilidad (Cuadro 2.1), para cada cultivar evaluado según los parámetros antes descritos.

Cuadro 2.1 Categorías de susceptibilidad al ataque de *L.bonariensis*.

	Susceptibilidad	Nivel de Ataque (%)
MA	Muy alta	100 - 75
A	Alta	74 - 50
M	Moderada	49 - 25
B	Baja	24 - 1
N	Nula	0

2.5.1 Ballicas perennes

Los Lagos

Para esta localidad los resultados obtenidos se presentan en las Figura 2.8

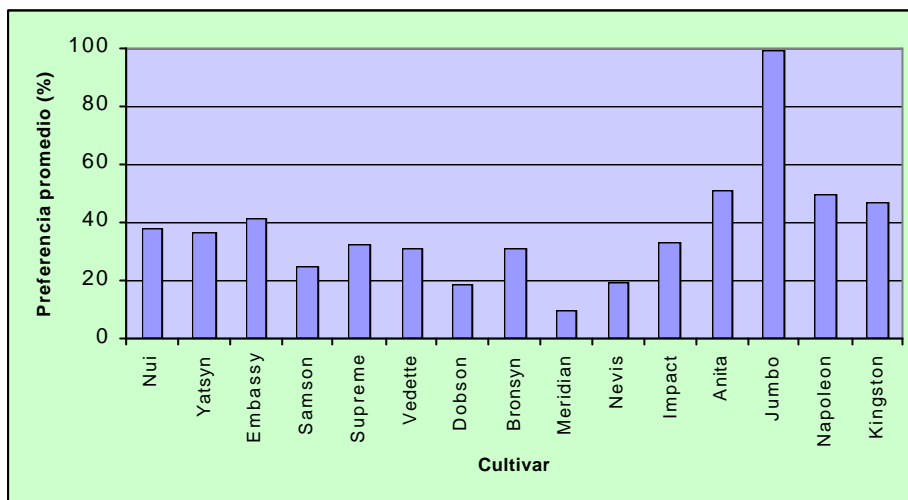


Figura 2.8 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas en Los Lagos (2000 – 2002).

Remehue (Osorno)

Para esta localidad los resultados obtenidos se presentan en la Figura 2.9

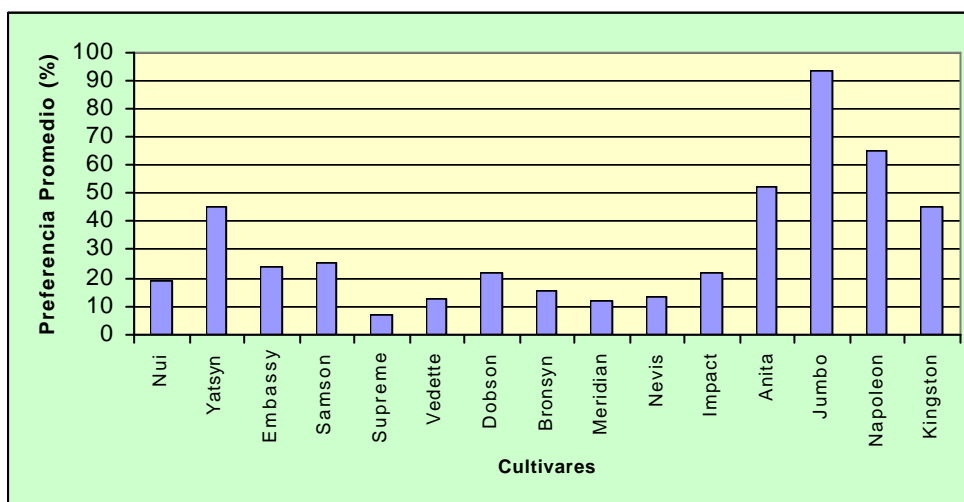


Figura 2.9 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas en Remehue (2000 – 2002).

Nueva Braunau

Para esta localidad los resultados obtenidos se presentan en la Figura 2.10.

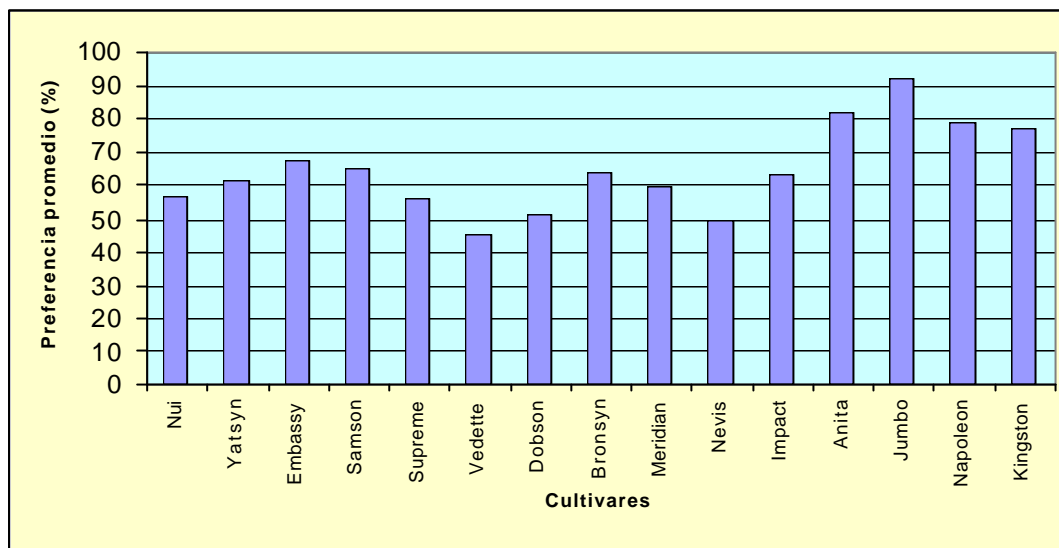


Figura 2.10 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de Ataque, ovipostura y presencia de larvas en Nueva Braunau (2000 – 2002).

La interpretación de la susceptibilidad de los distintos cultivares según los parámetros evaluados se puede apreciar como promedio de las tres localidades en la Figura 2.11, donde se observa una mayor tasa de preferencia promedio por la ballica Jumbo.

Los cultivares de ballicas perenne muestran similar susceptibilidad como promedio de las tres localidades. Los cultivares que presentan las mayores susceptibilidades son aquellas con bajo o sin hongo endófito (Anita, Jumbo, Napoleón y Kingston), como se observa en el Cuadro 2.2. Además, si observamos los porcentajes de endófitos determinados en los cultivares y presentados como promedio de las tres localidades, en términos de preferencia y/o susceptibilidad no existen diferencias entre estas ballicas ;pero si existe diferencia entre las con y sin hongo endófito.

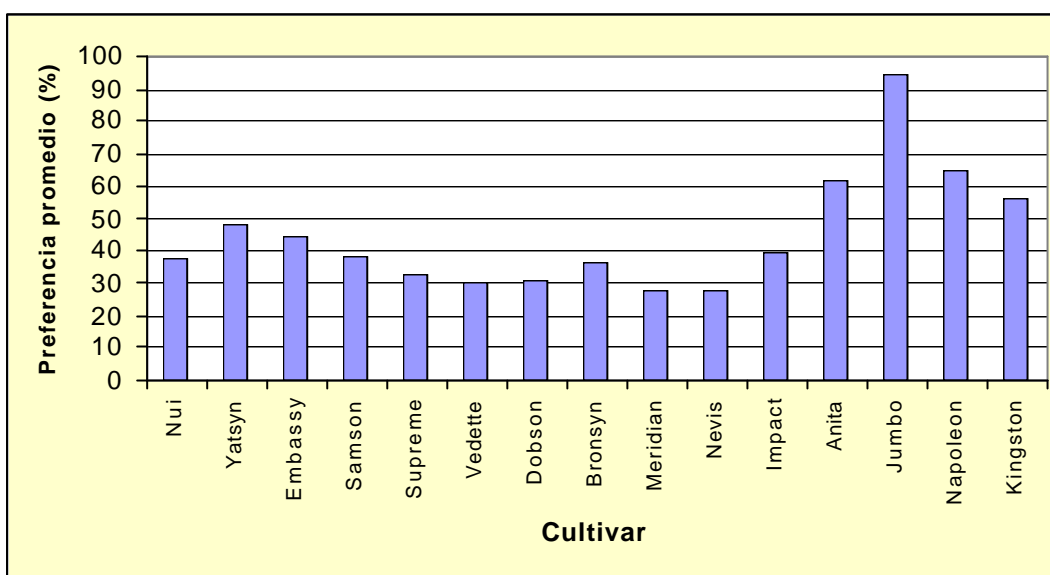


Figura 2.11 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de Ataque, ovipostura y presencia de larvas promedio tres localidades periodo (2000–2002).

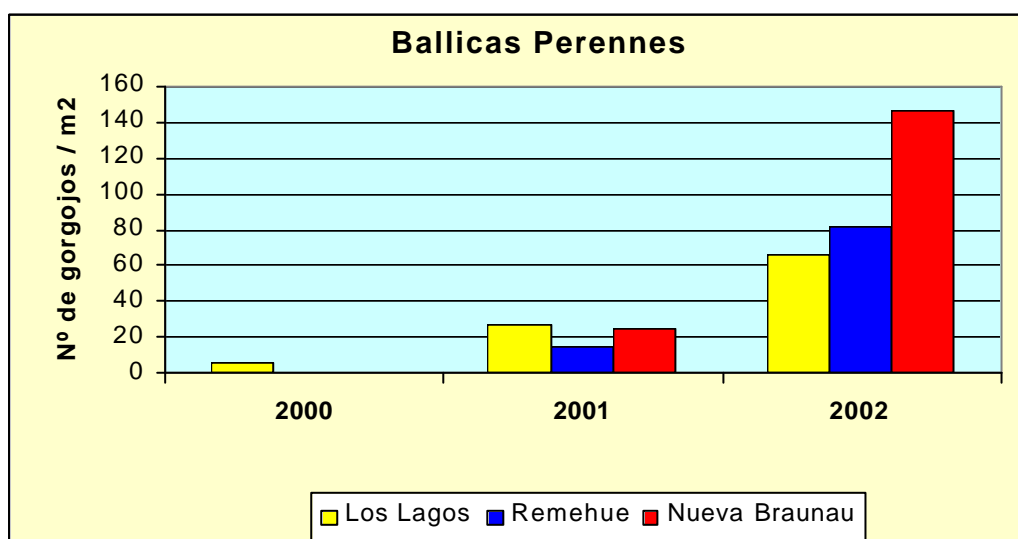


Figura 2.12 Densidad de gorgojos adultos en otoño en cada localidad. Evaluación (2000 - 2002).

Lo regular es que a mayor población de la plaga mayor nivel de daño en las ballicas y a mayor nivel de endófito menor población de la plaga. El insecto sin lugar a dudas prefiere para la postura de sus huevos y desarrollo de sus larvas, plantas sin la presencia de hongo endófito; pero lo que aparentemente determinará el desarrollo de la plaga serán las toxinas asociadas a éste.

Los datos obtenidos en Nueva Braunau, indican que los mismos cultivares presentan mayor susceptibilidad, por efecto de una mayor presión de la plaga que en las otras localidades de la X Región (Figura 2.12).

Cuadro 2.2 Susceptibilidad promedio a la plaga de los cultivares perennes y nivel promedio de endófito.

Cultivar	Los Lagos	Remehue	Nueva Braunau	Endófito	Promedio
Nui	M ⁺	B	A	76	M
Yatsyn	M	M	A	94	M
Embassy	M	B	A	44	M
Samson	M	M	A	78	M
Supreme	M	B	A	41	M
Vedette	M	B	M	53	M
Dobson	B	B	A	69	M
Bronsyn	M	B	A	79	M
Meridian	B	B	A	76	M
Nevis	B	B	A	50	M
Impact	M	B	A	82	M
Anita	A	A	MA	16 *	A
Jumbo	MA	MA	MA	6 *	MA
Napoleon	A	A	MA	4 *	A
Kingston	M	M	MA	9 *	A

(*): Cultivares perennes sin endófito, resultado producto contaminación de campo

(+) Categorías: MA=Muy Alta ; A=Alta ; M=Moderado ; B=Baja ; N=Nula

2.5.2 Ballicas de rotación

Los Lagos

Para esta localidad los resultados obtenidos se presentan en las Figura 2.13

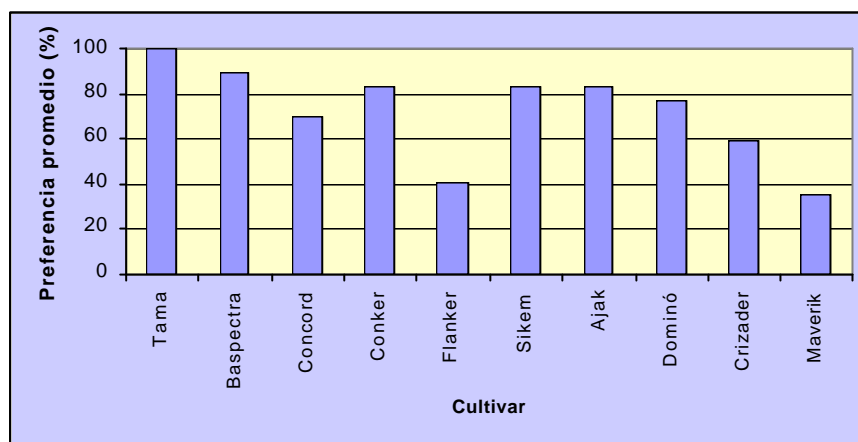


Figura 2.13 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas en Los Lagos (2000 – 2002).

Osorno (Remehue)

Para esta localidad los resultados obtenidos se presentan en la Figura 2.14

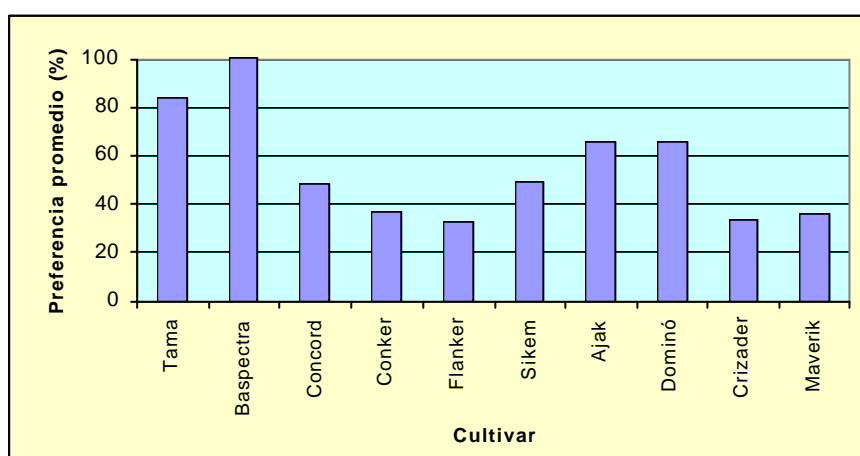


Figura 2.14 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas en Remehue (2000 – 2002).

Nueva Braunau

Para esta localidad los resultados obtenidos se presenta en la Figura 2.15

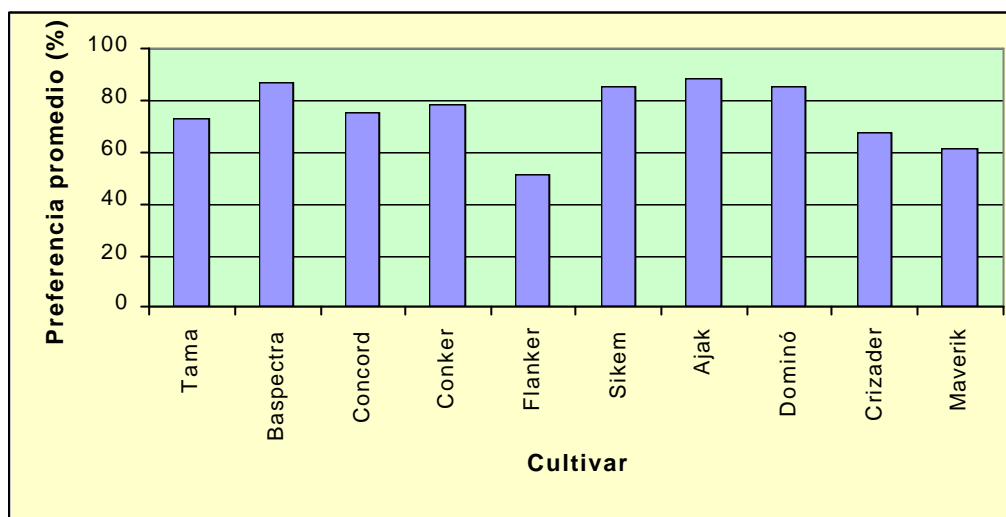


Figura 2.15 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas en Nueva Braunau (2000 – 2002).

Los cultivares de rotación mostraron una alta susceptibilidad a la plaga, Figura 2.16. La carencia de hongo endófito es tal vez el principal factor que determina un grado alto de ataque del insecto. En la Figura 2.17, se puede observar que la población de gorgojos adultos incrementó su población en el tiempo, pero con niveles inferiores a los incrementos poblacionales de las ballicas perennes, esto último sin explicación aparente.

Las ballicas anuales (Tama y Baspectra) aparecen como los cultivares más regulares en relación a los niveles de susceptibilidad en todas las localidades, estos cultivares presentaron una muy alta susceptibilidad, al punto que los establecimientos de primavera fueron casi completamente destruidos, sobreviviendo en el otoño – invierno siguiente una muy baja población de la especie.

En Nueva Braunau se observa mayor susceptibilidad de la mayoría de los cultivares a diferencia de Remehue (Figura 2.15 y 2.14) donde el nivel de susceptibilidad de los cultivares fue menor.

En el Cuadro 2.3, se puede obtener una clara visión de la susceptibilidad de los distintos cultivares al ataque de la plaga; llama la atención el nivel medio (M) para el cultivar Maverik y Flanker.

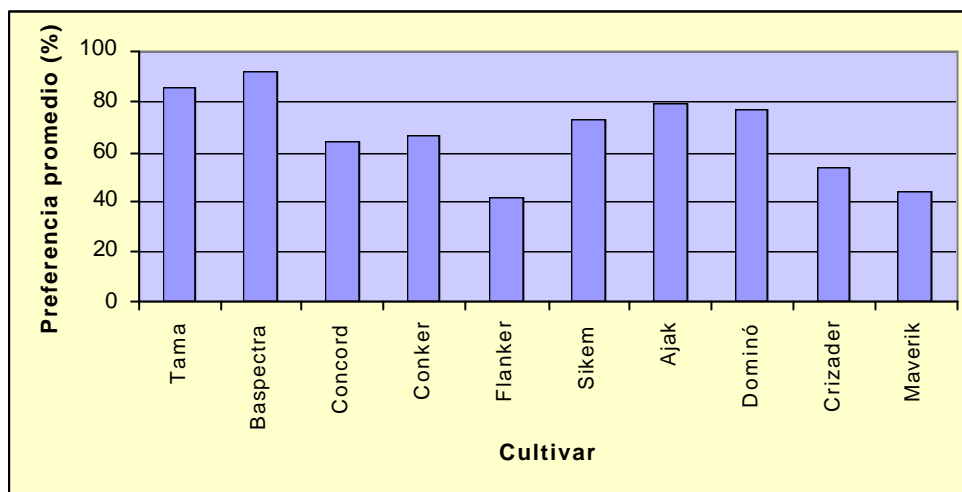


Figura 2.16 Preferencia promedio de la plaga por el cultivar según grado de ataque, ovipostura y presencia de larvas promedio de tres localidades (2000 – 2002).

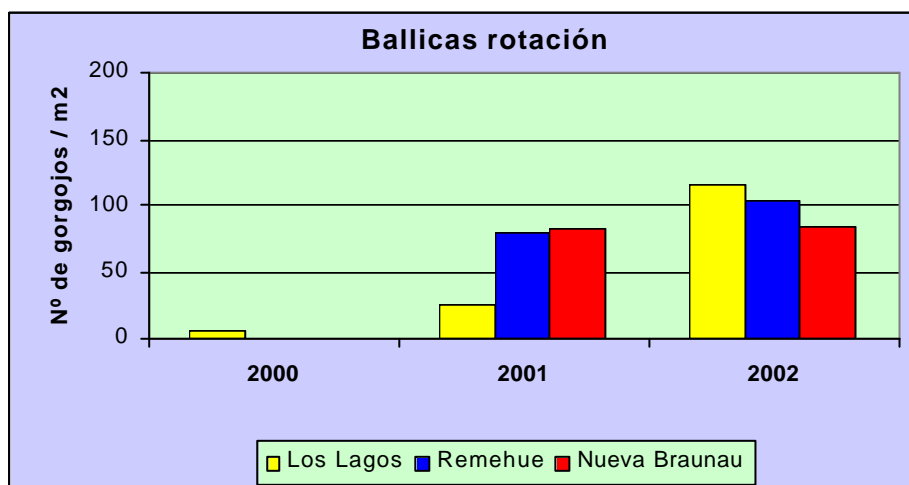


Figura 2.17 Densidad de gorgojos adultos en otoño en cada una de las localidades (2000 - 2002).

Cuadro 2.3 Susceptibilidad promedio a la plaga de los cultivares de rotación.

Cultivar	Los Lagos	Remehue	Nueva Braunau	Promedio
Tama (Anual)	MA ⁺	MA	A	MA
Baspectra (Anual)	MA	MA	MA	MA
Concord	A	M	MA	A
Conker	A	M	MA	A
Flanker	M	M	A	M
Sikem	A	A	MA	A
Ajak	MA	A	MA	MA
Dominó	MA	A	MA	MA
Cruzader	A	M	A	A
Maverik	M	M	A	M

(⁺) Categorías: MA=Muy Alta ; A=Alta ; M=Moderado ; B=Baja ; N=Nula

2.6 Control químico de *L. bonariensis* a la siembra y en praderas establecidas

2.6.1 Control químico a la siembra en otoño

En el Cuadro 2.4 se presentan los tratamientos evaluados a la siembra en otoño de una ballica de rotación cultivar Flanker.

Cuadro 2.4 Tratamientos utilizados en la evaluación de campo.

Tratamiento	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis g / 25 kg semilla
1	Gaicho 60 FS	Imidacloprid	175
2	Punto 70 WS	Imidacloprid	150
3	Force 20 CS	Teflutrina	150
4	Regent 250 FS	Fipronil	200
5	Lorsban 75 WG	Clorpyrifos	40
6	Testigo		

La población de gorgojos fue en promedio 159,6 (+/- 30,1) gorgojos / m². Al evaluar la producción de forraje al primer corte (Figura 2.18) se detectaron diferencias entre los tratamientos. El Testigo fue similar al tratamiento Lorsban y estadísticamente diferentes (P<0,05) al resto de los tratamientos.

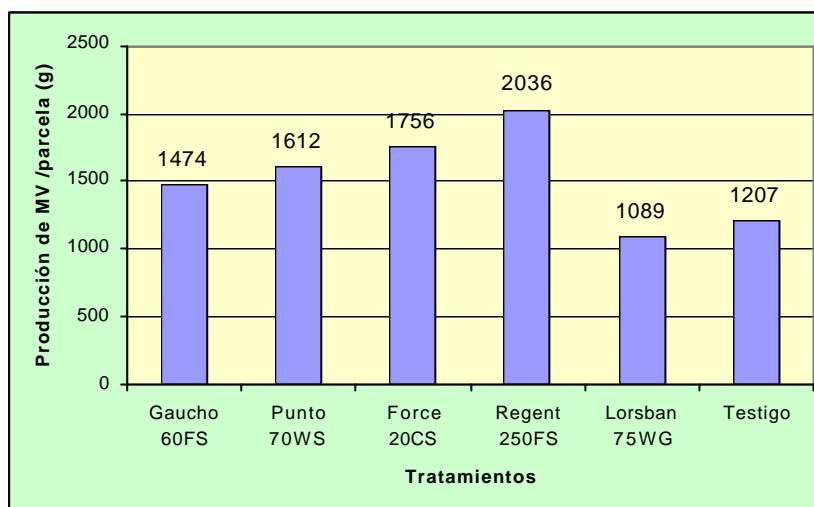


Figura 2.18 Producción de materia verde al primer corte después de la siembra de otoño.

2.6.2 Control químico a la siembra en primavera

En el Cuadro 2.5 se presentan los tratamientos evaluados a la siembra en primavera de la ballica de rotación cultivar Flanker.

Cuadro 2.5 Tratamientos utilizados en la evaluación de campo.

Tratamiento	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis g /25 kg semilla
1	Gaucho 60 FS	Imidacloprid	175
2	Punto 70 WS	Imidacloprid	150
3	Force 20 CS	Teflutrina	150
4	Regent 250 FS	Fipronil	200
5	Cruiser 70 WS	Thiametoxam	100
6	Testigo		

La protección de las semillas y plántulas se evaluaron a través del establecimiento de las plantas y posterior macollamiento. Los resultados se presentan en las Figura 2.19. La población de gorgojos determinada fue en promedio 166 gorgojos/m². A los 30 días se determinó diferencia significativa entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamiento los cuales entre sí, fueron similares. A los 90 días del establecimiento el producto Cruiser fue similar al testigo y ellos diferentes a los demás tratamientos. La cantidad de macollos fue tan baja que no fue posible evaluar la producción. Las parcelas se contaminaron con malezas y plantas pratenses diferentes al cultivar. Ninguno de los insecticidas evaluados fue capaz de controlar

los insectos adultos, siendo el principal daño, producido por el gorgojo y en menor grado por larvas provenientes de ovipostura.

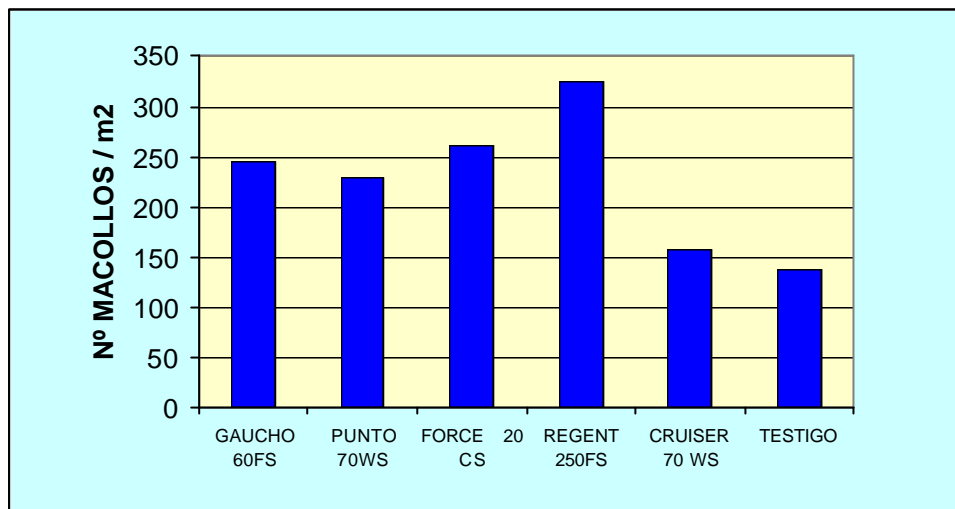


Figura 2.19 Número de macollos a los 90 Días después de la siembra de primavera

2.6.3 Control químico de adultos en cobertera

Para determinar la eficacia de los insecticidas aplicados en cobertera se diseñó un experimento bajo condiciones controladas de laboratorio. En el Cuadro 2.6 se presentan los tratamientos y las dosis evaluadas. Los productos se encuentran en el mercado y las dosis fueron calculadas en relación a un costo similar entre ellas.

En el Cuadro 2.7 se presentan las mortalidades evaluadas corregida la mortalidad natural por Abbott. Los tratamientos de insecticidas fosforados (Lorsban, Gusathion y Fenitrothion) fueron los más efectivos a las 24, 48 y 72 horas post aplicación. Los piretroides Karate y Fastac, podrían tener una mejor eficacia si se incrementa las dosis. Pottinger *et al*, (1984) probaron en bioensayos 24 químicos contra los adultos de *L. bonariensis* estableciendose que un gran número de insecticidas fueron tóxicos para los adultos.

Cuadro 2.6 Tratamientos utilizados en la evaluación de Laboratorio.

Tratamiento	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis g o cc PC / ha
1	Lorsban 25 WP	Clorpyrifos	1000
2	Gusathion 35 WP	Azinfos Metil	300
3	Karate 5EC	Lambdacihalotrina	100
4	Sumithion 100 EC	Fenitrothion	300
5	Thiodan 50 WP	Endosulfan	1000
6	Decis 2.5 EC	Deltametrina	100
7	Fastac 10 EC	Alphacipermetrina	100
8	Halmark 7.5 EC	Esfenvalerato	80
9	Baytroid TM 525 SL	Methamidophos + Cyflutrin	100
10	Testigo		

Cuadro 2.7 Porcentaje de mortalidad de *L.bonariensis* expuesto a diferentes insecticidas bajo condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Pre aplicación	24 horas Post aplicación	48 horas Post aplicación	72 horas Post aplicación
Lorsban 25 WP	0	100	100	100
Gusathion 35 WP	0	95	100	100
Karate 5EC	0	37,5	12,5	42,5
Sumithion 100 EC	0	97,5	95	100
Thiodan 50 WP	0	0	5	7,5
Decis 2.5 EC	0	10	5	10
Fastac 10 EC	0	37,5	45	65
Halmark 7.5 EC	0	2	22,5	25
Baytroid TM 525 SL	0	2,5	2,5	5
Testigo	0	5	5	5

2.6.3.1 Efecto de aplicaciones en cobertera sobre *L.bonariensis* como agente no blanco de la aplicación

Durante la última temporada (2002) se evaluó el efecto de la aplicación de insecticidas para el control de cuncunilla negra sobre la población de *L. bonariensis* en tres localidades Remehue, Los Lagos y Nueva Braunau.

Se aplicó el producto Lambdacihalotrina (Karate Zeon 5 CS) en dosis de 200 cc/ ha en 200 l de agua/ha, la última semana de julio del 2002.

En cada una de las localidades se determinó la densidad de adultos en el suelo a través de un total 4 muestras de 40 cores cada una de 7,5 cm de diámetro y 5 cm de profundidad tomados al azar por área tratada, antes y 10 días después de la aplicación del insecticida.

En el Cuadro 2.8 se observa las densidades de población de *L. bonariensis* por metro cuadrado y el efecto del insecticida sobre su reducción en ocho sectores en tres localidades. En la Figura 2.20 se muestra en forma gráfica la respuesta de la población del gorgojo a la aplicación de insecticida.

Este resultado es de alta relevancia, considerando que habría un efecto indirecto sobre el insecto en la región, tomando en cuenta que la superficie de praderas aplicada anualmente contra la cuncunilla negra es alta.

Este efecto debería ser estudiado en trabajos posteriores ya que su efecto podría estar incidiendo sobre el comportamiento del insecto en las praderas de un grupo importante de agricultores de la X Región.

Cuadro 2.8 Densidades de *L. bonariensis*/m² antes y después de la aplicación de insecticida para el control de cuncunilla negra.

Localidad	Densidad antes aplicación	Densidad post aplicación	Reducción densidad (%)
Remehue 1	182,4	5,7	96,8
Remehue 2	171,0	4,3	97,4
Remehue 3	82,1	8,5	89,6
Remehue 4	104,9	0,14	99,8
Los Lagos1	66,1	0,0	100
Los Lagos2	116,3	7,1	93,8
Nueva Braunau 1	145,9	5,7	96,1
Nueva Braunau 2	84,4	5,7	93,2

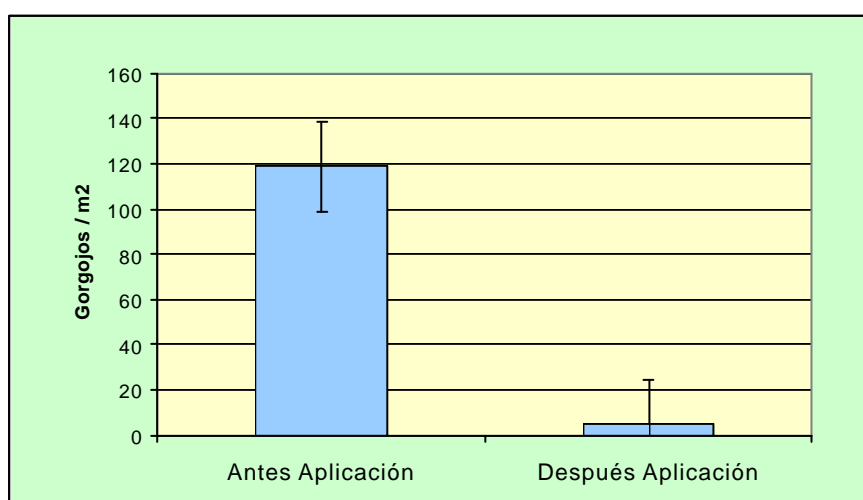


Figura 2.20 Efecto total promedio de las aplicaciones de insecticida sobre la densidad de *L. bonariensis* en el suelo.

2.7 Control natural.

L. bonariensis es además hospedero ocasional de alfalfa, avena, cebada, chéptica, maíz, repollo, trébol y trigo teniendo como enemigos naturales dos parasitoides microhimenópteros: *Braconidae*; *Microctonus hyperodae* Loan, que parasita a los adultos de *L. bonariensis*, y *Mymaridae*; *Patasson atomarius* Brethes, el cual parasita sus huevos, más común en oviposturas sobre *Agrostis sp* en praderas de la X Región (Prado, 1991). Golson *et al*, (1993), colectó *M. hyperodae* en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. En Chile se colectó ecotipos en La Serena y Concepción.

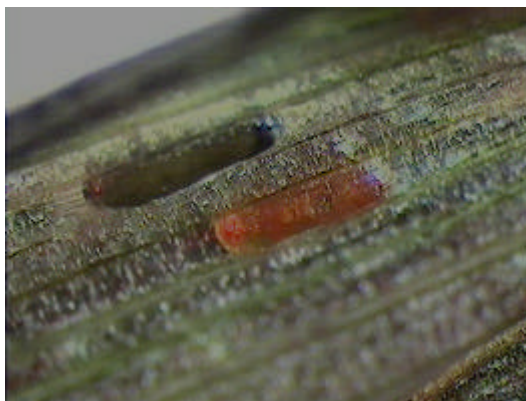
2.7.1 Agentes de control natural detectados.

Los enemigos naturales detectados en la X Región a través de los muestreos sistemáticos fueron escasos durante el periodo estacional 2000 – 2002; los que se indican en el Cuadro 2.9. Sólo los agentes *P. atomarius* *B. bassiana* fueron más comunes en las muestras tomadas en la región. Cabe destacar que los mayores esfuerzos de búsqueda y colecta se centraron en parasitoides que en depredadores, éstos últimos de menor especificidad.

Cuadro 2.9 Enemigos naturales de *L. bonariensis* detectados entre diciembre de 1999 y septiembre de 2002.

Agente	Estado del Insecto			
	Huevo	Larva	Pupa	Adulto
<i>Patasson atomarius</i> (Hymenóptera : Mymaridae)	X			
Hymenóptera (no determinado)		X		
Aranae (no determinado)		X		
<i>Beauveria bassiana</i> (Hongo)			X	X

En las Fotografías 2.9;2.10 y 2.11 se presenta al parasitoide de huevo *P. atomarius* y las características para su identificación inicial. Yoshimoto (1990), entrega una revisión de los géneros de Mymaridae. En la Fotografía 2.12, se observan adultos de la plaga atacados por *B. bassiana*.



Fotografía 2.9 Acercamiento de huevos de *L. bonariensis* sano (negro) y atacado (naranja).



Fotografía 2.10 Huevos de *L. bonariensis* parasitado por Mymarido en estado de pupa.



Fotografía 2.11 *Patasson atomarius* parasitoide de huevos de *L. bonariensis*.



Fotografía 2.12 Adultos de *L. bonariensis* parasitado por *B. bassiana*.

2.7.2 Tasas de parasitismo de *L. bonariensis*.

Para evaluar la incidencia de los parasitoides sobre los distintos estados del insecto plaga se colectó al azar muestras de campo en distintas localidades y predios de la X Región. Para determinar el parasitismo de huevos y adultos se colectaron muestras de 100 huevos y 100 adultos por localidad en las distintas estaciones del año. Estos estados fueron puestos en crianza bajo condiciones de laboratorio.

Bajo los muestreos realizados no se detectó la presencia del parasitoide del estado adulto, aunque este ha sido colectado por Golson *et al* (1993) en las regiones IV y VIII.

Solo se determinó y colectó el parasitoide de huevos *Patasson atomarius*. Las tasas de parasitismo fueron nulas a bajas en las praderas manejadas y mejoradas. En la última temporada (2002) se colectó material en condiciones menos intervenida, siendo más efectiva la colecta de *P. atomarius* (0 -3%). Bajo la condición más natural se colectó además una larva de la plaga parasitada por un microhymenóptero, el que no emergió en condiciones óptimas.

Los resultados obtenidos muestran que el control natural del insecto por parasitoides fue cercana a cero y nula en muchas de las localidades donde se tomó muestras.

Contrario a lo esperado no se determinó la presencia de *M. hyperodae* en las muestras analizadas y sometidas a crianza durante el desarrollo del proyecto. Este parasitoide del estado adulto de la plaga fue introducido a Nueva Zelanda y las tasas máximas de parasitismo determinadas por Mcneill *et al*, (2001), han sido del 27,3 (+/- 2)%. Golson y Barker (1995), señalan que en 1994 se alcanzó tasas de parasitismo del 79% en Canterbury, Nueva Zelanda.

Sin embargo, la detección y determinación de *B. bassiana* parece ser más auspiciosa como agente de control ya que se colectó desde varias localidades en la región. En Nueva Zelanda se ha evaluado la patogenicidad de *B.bassiana* de varias aislaciones; determinándose que algunas fueron más efectivas en la proporción de gorgojos muertos a los 20 días dependiendo de la temperatura bajo condiciones de laboratorio (Barker *et al*, 1991 y Goh *et al*, 1991).

2.8 Detección precoz del ataque de *L. bonariensis*.

2.8.1 Determinación de umbral térmico del estado de huevo.

El gorgojo argentino de las ballicas presenta los estados de huevo, larva (4 estadios), pupa y adulto. Estos estados en el ambiente no se desarrollan a temperaturas inferiores a 10°C. Aunque en simulaciones en Nueva Zelanda se han utilizado umbrales térmicos inferiores a 10°C.

La acumulación térmica se mide a través de Grados Día (GD). Esta constante térmica se acumula por sobre la temperatura base de cada estado de desarrollo del insecto, para calcular la acumulación de GD se usará la siguiente ecuación:

$$GD = (m1 + m2) / 2 - mc$$

Donde:

GD = Grados día para un período de 24 hrs.

m1 = Temperatura máxima para el período

m2 = Temperatura mínima para el período

mc = Umbral térmico para la especie

El desarrollo exitoso de los estados embrionarios y post embrionarios son controlados fuertemente por la temperatura. Temperaturas entre 10 y 38 °C son un rango tolerable de desarrollo para muchas especies de insectos.

Bajo condiciones controladas en laboratorio se determinó la embriogénesis de *L. bonariensis* Cuadro 2.10

Cuadro 2.10 Porcentaje y periodo de emergencia de *L. bonariensis* a distintas temperaturas bajo condiciones de laboratorio.

Temperatura °C	Nº Huevos	% Emergencia	Promedio Días +/- DS	Grados Días Base 10 °C
5	70	0,0	-	-
10	70	0,0	-	-
12	70	10,0	36 +/- 3.26	72
13.1 (*)	82	65,8	24,9 +/- 1.99	77
15	78	60,2	17,6 +/- 1.91	88

(*) : Condiciones de campo

En la crianza y estudio del efecto de las temperaturas sobre el desarrollo de las larvas neonatas no se tuvo éxito ya que la mortalidad fue alta, superior al 90 %. La causa principal fue la desecación y no penetración en los macollos dispuestos como alimento.

Según Barker (1988), los estados de huevo, larva, prepupa, pupa y los estados de huevo a adulto requirieron 83, 189, 40, 172 y 454 grados día acumulados Cuadro 2.11.

Cuadro 2.11 Umbrales térmico y Grados Día necesarios para el desarrollo de *L. bonariensis* Barker, (1988).

Estado	Umbral temperatura °C		Grados Día requeridos sobre el umbral térmico	
	Promedio	95 %	Promedio	95 %
Huevo	10,1	8,1 - 11,6	83	75 - 91
Larva	9,8	4,4 - 12,9	189	159 - 246
Prepupa	11,1	7,6 - 13,5	40	35 - 47
Pupa	10,4	7,2 - 12,6	172	149 - 204
Huevo a Adulto	10,2	7,7 - 11,9	454	422 - 486

Otros antecedentes encontrados en la literatura son presentados en el Cuadro 2.12

Cuadro 2.12 Requerimientos en Grados Día (GD) para el desarrollo de cada uno de los estados del gorgojo argentino en Nueva Zelandia. (Golson, 1979).

Estado	Duración estimada en el campo (Días)	GD calculado para el desarrollo de cada estado según umbral			
		8°C	10°C	12°C	14°C
Huevo	12	62	32	20	12
Larva	54	349	195	153	100
Pupa	7	76	50	34	24
Adulto	135 (Verano)	1069	728	529	360
Longevidad.					

2.8.2 Determinación de alimentación foliar de adultos.

Para determinar el inicio de actividad de los adultos se evaluó en forma indirecta en base a la detección de la alimentación de ellos en el follaje, para ello se seleccionaron varias localidades en el área de Osorno y se inició la toma de muestras en base a dos submuestras de 100 macollos a los cuales se determinó presencia /ausencia de daño por alimentación foliar.

Se determinó que el inicio de la alimentación ocurrió antes de la captura de adultos en vuelo (semana 43) y los niveles de daño foliar variaran con la presencia de hongo endófito en el forraje (Figura 2.21).

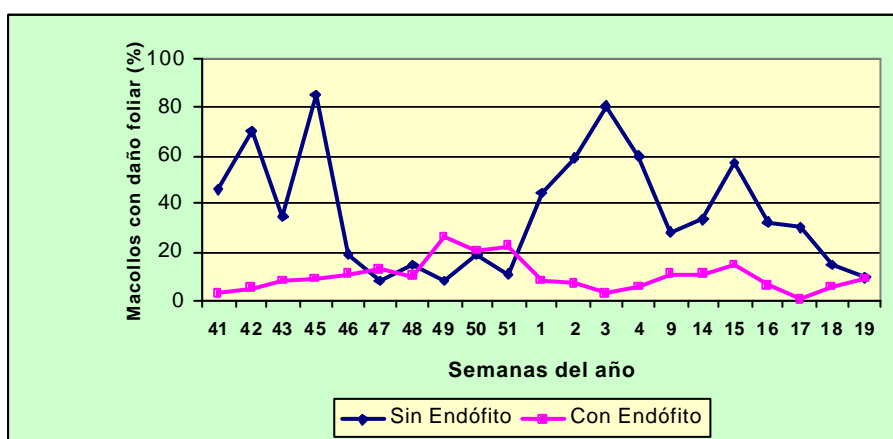


Figura 2.21 Efecto sobre el daño foliar en ballicas con y sin endófito.

En la Figura 2.22, se presenta el comportamiento del inicio del daño foliar en cuatro condiciones de praderas con distintos niveles de endófito. El inicio de la alimentación en la temporada 2001 – 2002 se detectó en la semana 41. Los niveles de daño foliar deberían estar influenciados por la densidad del insecto.

Muestras anteriores a la semana 41 no presentaron daño. El periodo de alimentación foliar fue detectable entre las semanas 41 y 20 del año siguiente.

Temperaturas diarias mayores a 10°C inducen la actividad de los adultos, situación que comienza a ocurrir desde la primera semana de agosto, ello con mayor regularidad desde mediados de septiembre.

Bajo la condición de los años 2001 y 2002, los Grados Día acumulados a la semana 41 en Remehue -Osorno fueron 64 y 71.

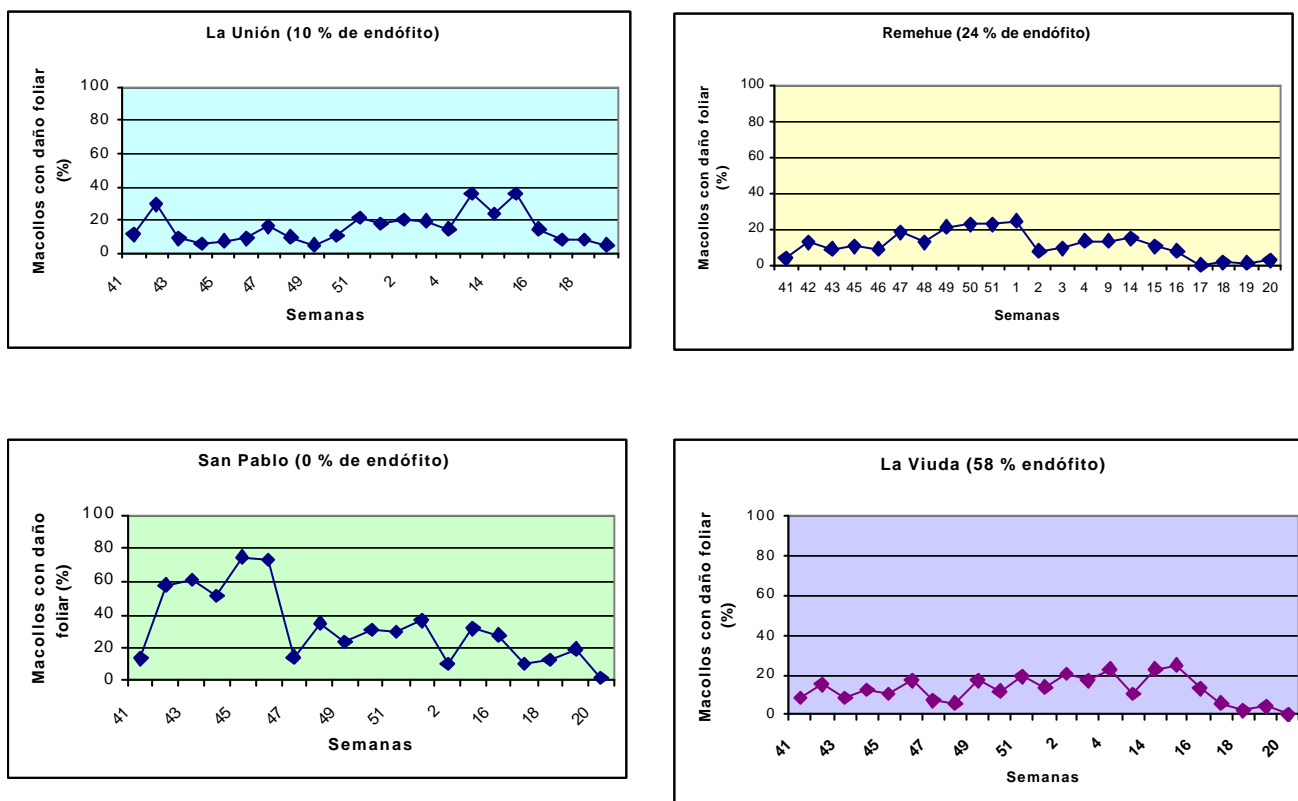


Figura 2.22 Caracterización de la magnitud y semana de inicio del daño de alimentación en diferentes localidades (2001 – 2002).

En la figura 2.23 se puede ver caracterizado el inicio del ataque de macollos como promedio por mes, evaluado en 15 cultivares perennes. Se puede apreciar que hubo un mes de anticipación en el año 2001 respecto al año 2000. Cuando se analizan datos en relación a los Grados Día acumulados se puede observar un cierto grado de correspondencia entre los grados días acumulados en el año respectivo, (Cuadro 2.13).

Cuadro 2.13 Grados Día (base 10) acumulados en los meses de inicio de ataque de la plaga. Remehue (INIA).

Mes	2000	2001
Septiembre	23,4	50,5
Octubre	76,1	123,1
Noviembre	133,1	181,35

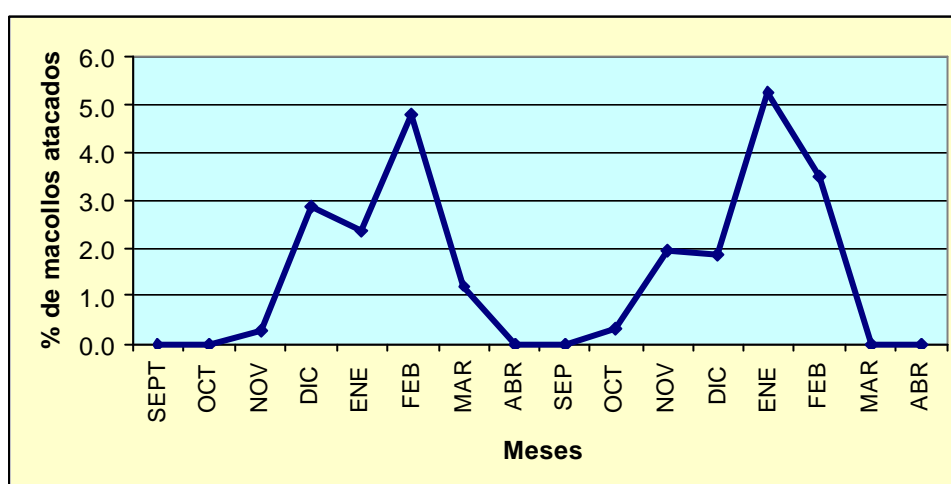


Figura 2.23 Caracterización del ataque de macollos en Remehue Temporada 2000 – 2001 y 2001 – 2002.

Para la localidad de Nueva Braunau los antecedentes climáticos de los meses de inicio de ataque, se presentan en el Cuadro 2.14 y de evaluación de macollos dañados en la Figura 2.24. En ellos es posible observar un cierto grado de correspondencia en base a las temperaturas acumuladas en base 10.

Cuadro 2.14 Grados Día (base 10) acumulados en los meses de inicio de ataque de la plaga. Nueva Braunau (Tepual).

Mes	AÑOS	
	2000	2001
Septiembre	15,9	30,2
Octubre	42,8	64,8
Noviembre	80,6	ND

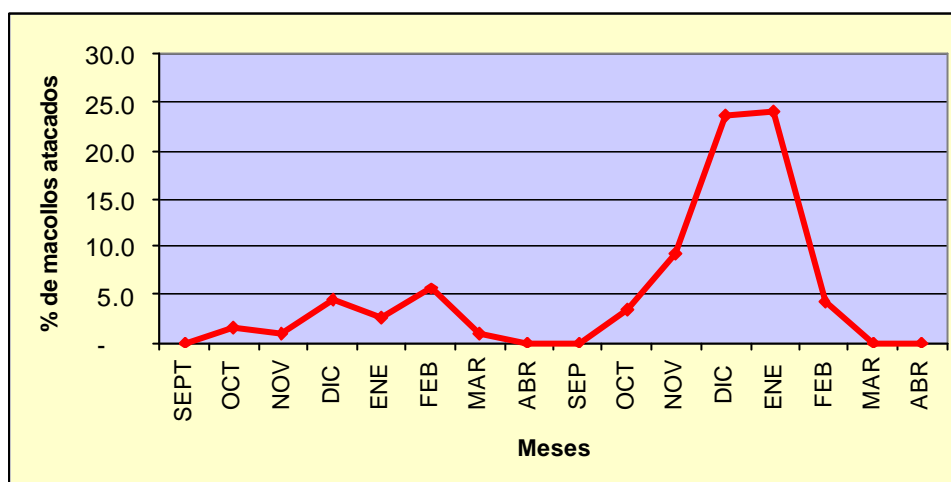


Figura 2.24 Caracterización del ataque de macollos en Nueva Braunau. Temporada 2000 – 2001 y 2001 – 2002.

El insecto presenta una dependencia de las condiciones climáticas que han sido analizadas y respaldada con datos nacionales y extranjeros. La simulación de la fenología del insecto bajo las condiciones locales podrían ser futuros trabajos a desarrollar.

El uso de los Grados Día resulta una herramienta eficaz para la detección precoz de la actividad del insecto asociada a eventos fenológicos de la plaga. Sin embargo, es posible observar que existen factores como la presencia del hongo endófito en las praderas que puede esconder o variar el comportamiento alimenticio de la plaga, como la variación climática anual (Figura 2.25).

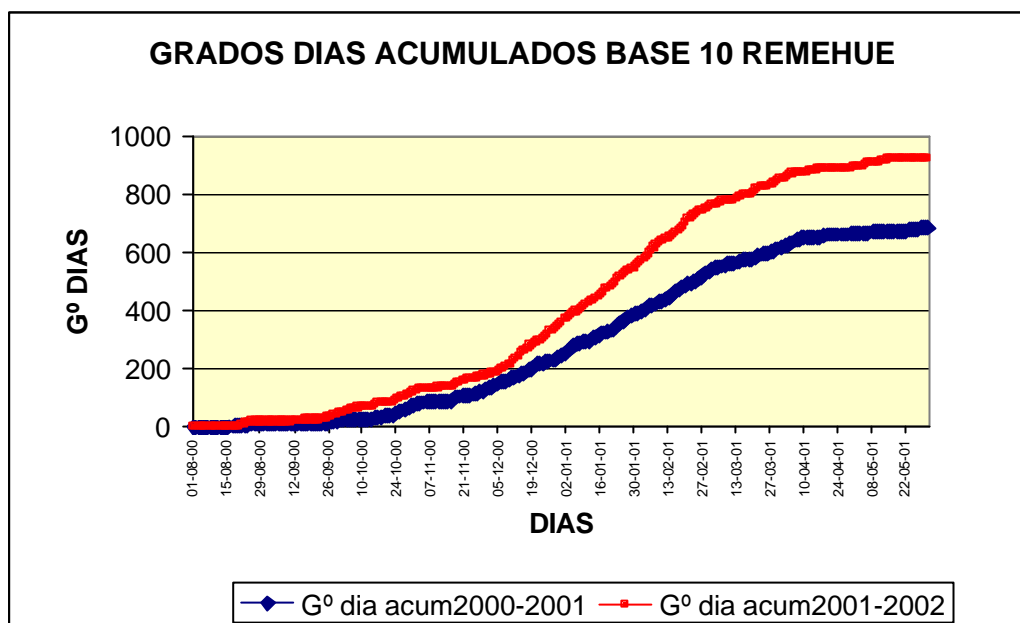


Figura 2.25 Grados Días acumulados en Remehue Temporada 2000 – 2001 y 2001 – 2002.

2.9 Consideraciones Finales

El gorgojo argentino de las ballicas *L. bonariensis* bajo condiciones de la X Región presenta dos generaciones al año. La primera generación se desarrolla en primavera / verano (agosto a diciembre) y la segunda en verano / otoño (diciembre a marzo), permaneciendo los adultos de la segunda generación en estado de diapausa invernal.

La acción de los enemigos naturales sobre la plaga, principalmente parasitoides determinada en distintos predios y localidades de la región fue baja a nula en muchos de ellos, detectándose sólo dos agentes de control natural promisorios. Un parasitoide de huevos *Patasson atomarius* (0 a 3%) y un hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* atacando adultos y pupas (0 a 15%). No se encontró el parasitoide de adultos aunque se conoce la existencia de éste en la IV y VIII Regiones.

Se clasificó los cultivares evaluados según su susceptibilidad a la plaga en tres áreas de la X Región (Los Lagos, Osorno (Remehue) y Puerto Varas (Nueva Braunau)). Los cultivares de las ballicas de rotación y las perennes sin endófito fueron más susceptibles al insecto.

Se ha caracterizado, evaluado y correlacionado los daños con población de insectos adultos, los que se producen en distintos momentos y con intensidades variables según la población del insecto, época de siembra, cultivo anterior, presencia/ausencia del hongo endófito en los cultivares. La susceptibilidad de todos los cultivares perennes con endófito fue moderada (25 a 49% de ataque) promedio de las tres localidades. Lo regular es que a mayor población de la plaga mayor será el nivel de daño en las ballicas y a mayor nivel de endófitos menor densidad de la plaga.

En Nueva Braunau, casi todos los cultivares fueron más susceptibles al ataque de la plaga. Los cultivares de rotación mostraron entre alta y muy alta susceptibilidad a la plaga en todas las localidades evaluadas, solo dos cultivares fueron moderadamente susceptibles Maverik y Flanker. Densidades iguales y superiores a 125 gorgojos/m², son capaces en 15 días de dañar fuertemente el establecimiento de una pradera de ballicas de rotación y perennes sin endófito. Densidades cercanos a 50 gorgojos/m², pueden causar ataques cercanos al 20 % de los macollos, dependiendo de los cultivares.

Se pudo establecer que el inicio del ataque de la plaga ocurrió el año 2001 / 2002 entre fines de septiembre y principios de octubre, a través de un muestreo de 12 localidades. Además, ha quedado de manifiesto que la plaga vuela desde mediados de octubre a principios de enero y luego en marzo.

La detección precoz del insecto está relacionada con las técnicas de muestreo y su relación a factores climáticos determinándose que el término de la diapausa invernal ocurre cuando las temperaturas son en promedio cercanas a 10 °C, éstas son regulares en septiembre. Se confirma que la temperatura umbral inferior sería 10 °C. Los Grados Día necesarios para el desarrollo del ciclo del insecto serían entre 422 y 486 GD.

El plan de manejo de la plaga considera entre sus medidas preventivas el reconocimiento real del insecto y oportuna detección a través de muestreos y el conocimiento de factores claves. El plan preventivo considera el uso de ballicas con endófito, siembra en otoño, detección temprana del insecto y control químico. Se estableció además la eficacia del control químico en cobertera y en aplicaciones a la semilla.

Destacable es reconocer la alta mortalidad y su efecto sobre las densidades de población del gorgojo de las ballicas en aplicaciones de insecticidas contra la cuncunilla negra.

Literatura citada

- AGUILERA, A. y MARÍN, G. 1994. El Gorgojo o taladro del tallo de las ballicas en la IX Región de la Araucanía. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 13(2): 19-22
- AGUILERA, A. ; CISTERNAS, E. ; GERDING, M. y NORAMBUENA, H. 1996. Plagas de las praderas. En: *Praderas para Chile II ed.* Ed. Ruiz, I. Impresos Offset Bellavista Ltda. Santiago – Chile. 309-339
- ARTIGAS, J. 1994. *Entomología Económica.* Ed. Aníbal Pinto S.A. (Concepción). Vol (2). 943 p.
- BARKER, G. 1988. Effect of temperature on development and survival of Argentine stem weevil (*Listronotus bonariensis*) immature stages. *New Zealand Journal of Zoology* 15 : 387-390
- BARKER, G.; POTTINGER, P. y ADDISON, J. 1989. Flight behavior of *Listronotus bonariensis* (Coleoptera : Curculionidae) in the Waikato, New Zealand. *Environ. Entomol.* 18(6): 996-1005
- BARKER, G.; GOH, H. ; LYONS, S. Y ADDISON, P. 1991. Comparative pathogenicity to Argentine stem weevil of *Beauveria bassiana* from various hosts. *Proc. 44th N.Z. Weed and Pest Control Conf* 214 - 215
- CISTERNAS, E y TORRES, A. 1997. Gorgojo Argentino de las Ballicas: Antecedentes biológicos, daños e incidencia en praderas. INIA Remehue, Osorno – Chile. *Boletín técnico N° 242* 8p
- CISTERNAS, E. 2001. Plagas claves en la producción de praderas. En: *Seminario Praderas: Hacia un nuevo estilo productivo.* Ed. Opazo, L.; Torres, A. y Siebald, E. Serie Actas N° 9 INIA Remehue Osorno – Chile. 48 -57
- GOLSON, S. 1979. The reproductive seasonality and morphology and Argentine stem weevil *Hyperodes bonariensis* Kuschel (Coleoptera: Curculionidae) and the effect of host grasses on its pre-reproductive development. PhD Thesis, Lincoln College, Canterbury, New Zealand 250 p.
- GOLSON, S.y TROUGHT, T. 1980. The effect of Argentine stem weevil on pasture composition in Canterbury. *Proc 33th N.Z. weed and Pest Control Conference* 46 – 48
- GOLSON, S.MCNEILL, M. ;PROFFITT, J.;BARKER, G. ;ADDISON,P.;BARRATT, B. Y FERGUSON,C. 1993. Systematic mass rearing and release of *Microctonus hyperodae* (Hym: Braconidae, Euphorinae), a parasitoid of the Argentine stem weevil *Listronotus bonariensis* (Col: Curculionidae) and records of its establishment in New Zealand. *Entomophaga* 38 (4) 527-536
- GOLSON, S.y BARKER, G. 1995. Update on Argentine stem weevil Biological Control. *Proc 47th Ruakura Farmers'Conference* 42 – 46
- GOH, H. ; BARKER, G.; ADDISON, P. ; LYONS, S. y FIRTH, A. 1991. Comparative pathogenicity of *Beauveria bassiana* isolates to adult Argentine stem weevil in the laboratory. *Proc. 44th N.Z. Weed and Pest Control Conf* 185 - 188

- MCNEILL, P. ;KNIGHT,L. Y BAIRD,D. 2001. Damage potencial of Argentine stem weevil in Lincoln dairy pasture: has biological control by *Microctonus hyperodae* altered the balance?. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 63: 241 - 245
- MAY, B. 1961. The argentine stem weevil, *Hyperodes bonariensis* Kuschel on pasture in Auckland. *New Zealand Journal of Agriculture Research* 4: 289-297
- NORAMBUENA, H.y GERDING, M. 1985. Presencia de *Listronotus bonariensis* (Kuschel) en Trigo y Cebada en Chile. *Simiente* 55 (1-2):86-88
- PRADO, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín técnico N° 169 208 p.
- POTTINGER,P. ;BARKER,G.; WRENN, N. ; ADDISON,J. y McGHIE, A. 1984. Insecticidal control of adult argentine stem weevil: A review and bioassay evaluations. *Proc. 37th N.Z. Weed and Pest Control Conf.* 101-105
- PRESTIDGE,A.; BARKER, T. y POTTINGER, P. 1991. The economic cost of argentine stem weevil in pastures in New Zealand. *Proc. 44th N.Z. Weed and Pest Control Conf.* 165-170
- YOSHIMOTO, C. 1990. A review of the genera of new world mymaridae (Hymenoptera:Chalcidoidea). *Flora & Fauna Handbook N° 7*. Sandhill Crane press Florida, USA. 155 p.
- WILLIAMS, L.; GOLSON, S.; BAIRD, B. y BULLOCK, W. 1994. Geographical origin of an introduced insect pest, *Listronotus bonariensis* (Kuschel), determined by RAPD analysis. *Heredity* 72:412-419