

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
ESPECIALIDAD AGROECOLOGÍA



**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE "GORGOJO
DE LOS ANDES" (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN ZONAS
AGROECOLÓGICAS CIRCUNLACUSTRE Y SUNI DE PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

PEDRO ERNESTO DELGADO MAMANI

**PARA OPTAR EL GRADO DE:
MAGISTER SCIENTIAE
EN AGROECOLOGÍA**



PUNO - PERÚ

2005

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO	
BIBLIOTECA CENTRAL	
Fecha Ingreso:	02 OCT 2012
N°	00213

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRIA EN AGRICULTURA ANDINA
ESPECIALIDAD AGROECOLOGIA

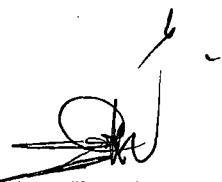
“DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE “GORGOJO DE LOS ANDES” (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN ZONAS AGROECOLOGICAS CIRCUNLACUSTRE Y SUNI DE PUNO”

T E S I S

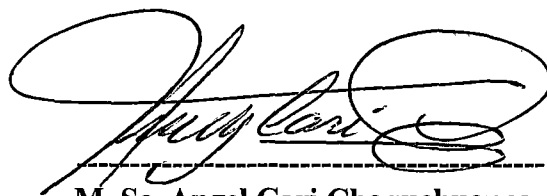
Presentada por el Lic. CCBB Pedro Ernesto Delgado Mamani, a la Escuela de Post Grado, Maestría en Agricultura Andina de la UNA – Puno, para optar el Grado de:

MAGISTER SCIENTIAE
En Agroecología

APROBADA POR:



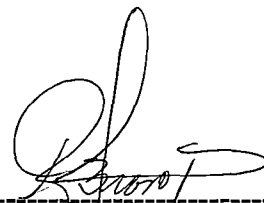
M. Sc. René Ortiz Romero
Presidente



M. Sc. Angel Cari Choquehuanca
Primer Jurado



M. Sc. Alfredo Dávalos Iturregui
Segundo Jurado



M. Sc. Rosario Bravo Portocarrero
Asesora de Tesis

A mis hijos Silvia Margarita y Alex Pedro

AGRADECIMIENTOS

Expresar mi profundo agradecimiento a tres personas en especial, a la Ing. Rosario Bravo Portocarrero por su continuo asesoramiento y enseñanzas, al Dr. Alonso Astete Maldonado por su atinado asesoramiento en los diseños estadísticos y al Ing. Jesús Alcazar Sedano por su valiosa contribución bibliográfica y asesoramiento en la identificación taxonómica. Asimismo agradecer al Centro Internacional de la Papa (CIP) y al Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) por haber financiado, en parte, la ejecución del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	12
I INTRODUCCION	14
II REVISION BIBLIOGRAFICA	16
2.1. GORGOJO DE LOS ANDES	16
2.1. 1 Origen y evolución del “gorgojo de los Andes”.....	17
2.1.2 Ubicación taxonómica.....	18
2.1.2.1 Caracterización de la tribu Premnotrypini.....	21
2.1.2.2 Caracterización de la tribu Rhytirrinini.....	22
2.1.3 Nombres comunes.....	24
2.1.4 Comportamiento, ciclo de vida y ocurrencia estacional.....	24
2.1.5 Daños	27
2.1.5 Distribución espacial	29
2.1.6 Ocurrencia estacional.....	32
2.1.7 Enemigos naturales.....	33
2.1.8 Hospederos.....	34
2.2 ECOLOGÍA DE POBLACIONES	35
2.2.1 Diversidad.....	35
2.2.1.1 Estimación de la diversidad.....	36
2.2.1.2 Modelos de distribución.....	37
2.2.1.3 Diversidad Taxonómica.....	38
2.2.1.4 Rareza y Endemicidad.....	38
2.2.1.5 Causas de la diversidad.....	39
2.2.2 Distribución y abundancia de las poblaciones.....	41
2.2.3 Adaptaciones a la altura.....	42
2.2.4 Influencia de las sustancias nutritivas.....	43
2.2.5 Relaciones Interspecíficas.....	44
2.2.6 Fluctuación de poblaciones.....	45
2.2.7 Influencia del clima.....	47
2.2.8 Características adaptativas.....	49
2.3 ZONAS AGROECOLOGICAS	50
2.3.1. Clasificación de zonas agroecológicas.....	50
2.3.2 Relación de clasificaciones propuestas para las zonas agroecológicas.....	52

2.3.3 El agroecosistema y sus componentes.....	54
2.4 CULTIVO DE PAPA.....	55
2.4.1 Origen y evolución.....	56
2.4.2 Importancia de la papa.....	57
2.5 FACTORES SOCIALES	57
III MATERIALES Y METODOS.....	59
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	59
3.1.1 Ubicación del estudio de campo.....	59
3.1.2 Ubicación de los estudios de laboratorio (crianza e identificación).....	61
3.2 INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA.....	61
3.3 METODOLOGIA.....	62
3.3.1 METODOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES.....	63
3.3.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE POBLACIONES.....	63
3.3.3 METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE DAÑOS EN TUBERCULOS.....	67
3.3.4 METODOLOGIA DE CRIANZA	68
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	70
4.1 Identificación y descripción de las especies predominantes de “gorgojo de los Andes” en el cultivo de papa.....	70
4.2 Determinación de distribución y abundancia.....	80
4.2.1 Distribución geográfica.....	80
4.2.2 Determinación de abundancia.....	84
4.3 Diversidad.....	89
4.3.4 Interacciones ecológicas.....	92
4.5 Determinación de daños ocasionados por “gorgojo de los Andes”.....	103
4.5.1 Daños en follaje.....	103
4.5.2 Daños en tubérculo.....	104
4.5.2.1 Porcentaje de daño.....	105
4.5.2.2 Índice de daño.....	108
4.5.2.3 Relación con rendimiento.....	109
V CONCLUSIONES.....	112
VI RECOMENDACIONES.....	114
VII BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	115
ANEXOS.....

TABLA DE CONTENIDO DE MAPAS

Mapa 1. Distribución del “gorgojo de los Andes” en el Perú.....	30
Mapa 2. Distribución del “gorgojo de los Andes” en Sur América.....	31
Mapa 3. Localización de lugares de ejecución.....	60
Mapa 4. Distribución de “gorgojo de los Andes” en el departamento de Puno.....	83

TABLA DE CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1. Ciclo de vida de especies de “gorgojo de los Andes” en días: <i>Premnotrypes solaniperda</i> (Kuschel), <i>Premnotrypes suturicallus</i> Kuschel, <i>Premnotrypes piercei</i> Alcalá y <i>Premnotrypes vorax</i> Hustache. Perú.....	26
Cuadro 2. Rango de hospederos del “gorgojo de los Andes”, <i>Premnotrypes suturicallus</i> y otros géneros relacionados al complejo de “gorgojos”, hallados en campos de papa. Huancayo, 1998.....	35
Cuadro 3. Características climáticas de las zonas agroecológicas.....	52
Cuadro 4. Ubicación de las zonas agroecológicas y características de sus principales elementos meteorológicos	53
Cuadro 5. Ubicación de los lugares de ejecución de campo.....	59
Cuadro 6. Principales características morfológicas de especies y morfotipos de “gorgojo de los Andes” (Holotipo hembra).....	71
Cuadro 7. Distribución de especies/morfotipos de “gorgojos” adultos recolectadas por lugar y zona agroecológica.....	81
Cuadro 8. Promedios de adultos totales por trampa por zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.....	84
Cuadro 9. Promedios de adultos totales por trampa por lugar. Campaña agrícola 2002-2003.....	86
Cuadro 10. Promedios de adultos predominantes por trampa por zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.....	87
Cuadro 11. Promedios de adultos de “gorgojo de los Andes” por trampa por lugar dentro de zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.....	88
Cuadro 12. Promedios de especies de “gorgojos” adultos más predominantes en cultivo de papa. Campaña agrícola 2002-2003.....	89
Cuadro 13. Resultados de parámetros de diversidad por zona agroecológica y en total.....	90
Cuadro 14. Resultados de parámetros de diversidad por lugar	91
Cuadro 15. Resumen de Correlación para el factor ambiental temperatura respecto a la población de “gorgojo de los Andes”.....	93
Cuadro 16. Registro de precipitación pluvial por lugar, acumulada y en meses de evaluación. Campaña agrícola 2002-2003.....	94

Cuadro 17. Resumen de Correlación para el factor ambiental precipitación pluvial respecto a la población de “gorgojo de los Andes”.....	94
Cuadro 18. Producción de papa por provincias, campaña agrícola 2002-2003.....	97
Cuadro 19. Altitud de los lugares de ejecución	98
Cuadro 20. Promedios de predadores evaluados por lugar correlacionados con adultos de “gorgojo de los Andes”.....	99
Cuadro 21. Promedios de adultos de “gorgojo de los Andes” por trampa por lugar y fecha de evaluación. 2003	101
Cuadro 22. Correlación de los factores daño y población de adultos	105
Cuadro 23. Promedios de grado e índice de daño y rendimiento por lugar.....	106
Cuadro 24. Número de “gorgojos” adultos y porcentaje obtenidos en crianza, de tubérculos dañados colectados de campos en estudio.....	107
Cuadro 25. Promedios de índice de daño por zona agroecológica (campaña agrícola 2002-2003).	108
Cuadro 26. Promedios de índice de daño por lugar. Campaña agrícola 2002-2003.....	109
Cuadro 27. Correlación de los factores índice de daños y población de adultos.....	109
Cuadro 28. Correlación de los factores rendimiento y población de adultos.....	111

TABLA DE CONTENIDO DE GRAFICOS

Graf. 1. Climadiagrama de la zona agroecológica circunlacustre. Campaña agrícola 2002-2003.....	61
Graf. 2. Climadiagrama de la zona agroecológica suni. Campaña agrícola 2002-2003.....	62
Graf. 3. Distribución porcentual de especies de “gorgojo de los Andes” por zona agroecológica	87
Graf. 4. Número de adultos de “gorgojo de los Andes” capturados por zona agroecológica.....	85
Graf. 5. Número total de “gorgojos” adultos recolectados en los lugares de estudio.....	86
Graf. 6. Porcentaje de especies/morfotipos de “gorgojos” adultos capturados por zona agroecológica en estudio.....	87
Graf. 7. Temperatura media por lugar. 2003.....	92
Graf. 8. Precipitación pluvial por lugar. 2003.....	95
Graf. 9. Predadores evaluados en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni.....	100
Graf. 10. Predadores por lugar de ejecución del estudio. Campaña agrícola 2002-2003.....	100
Graf. 11. Fluctuación poblacional de adultos de “gorgojo de los Andes” en plantas de papa por lugar en estudio	102
Graf. 12. Porcentajes de tubérculos sanos y dañados (por grado) por lugar. 2003.....	106
Graf. 13. Porcentaje de adultos de “gorgojos” por especie obtenidos de crianza en laboratorio procedentes de cada lugar.....	108
Graf. 14. Rendimiento por grado de daño por lugar. 2003	110

TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

Fig. 1. Disposición de trampas para captura de adultos de “gorgojo de los Andes” y controladores biológicos.....	64
Fig. 2. <i>Premnotrypes solaniperda</i> Kuschel. a, Adulto; b y c, aedeago, b, vista ventral; c, vista lateral.....	73
Fig. 3. <i>Premnotrypes latithorax</i> (Pierce). a, adulto, vista dorsal; b, rostro, vista frontal; c, torax y cabeza, vista lateral.....	75
Fig. 4. <i>P. latithorax</i> . a, espermateca; b, VII esternito; c y d; VIII esternito: c, vista dorsal; d, vista lateral; e y f; IX, X, XI esternito, e, vista lateral; f, vista ventral.....	75
Fig. 5. <i>P. latithorax</i> . Aedeago: a, vista dorsal; b, vista ventral; c, vista latera.....	76
Fig. 6. <i>Listroderes punicola</i> . Elitros.....	77
Fig. 7. a, b: <i>R. tucumanus</i> ; c,d: <i>R. piercei</i> . a, c: cabeza vista frontal; b, d: cabeza vista lateral.....	79
Fig. 8. Pronotum vista dorsal, a: <i>R. tucumanus</i> , b: <i>R. piecei</i>	79
Fig. 9. a, b, c: <i>R. tucumanus</i> ; d, e, f: <i>R. piercei</i> . a, d: aedeagus vista dorsal; b, e: aedeagus vista lateral; c, f: sternum 8° de hembra vista ventral.....	80
Fig. 10. a: <i>R. tucumanus</i> ; b: <i>R. piercei</i> . a y b: hemisternite vista ventral.....	80
Fig. 11. <i>Rigopsidius piercei</i> . Adulto, vista dorsal.....	78

RESUMEN

El presente trabajo sobre identificación, distribución, abundancia y daños de “gorgojo de los andes” (Coleóptera: Curculionidae), se realizó en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni del departamento de Puno, durante la campaña agrícola 2002-2003. Se trabajó en seis lugares: San Juan de Tahuaco, Wilamaya, Capachica, Caballa, Irupalca, Chaupi Sahuacasi, las tres primeras ubicadas en la zona agroecológica circunlacustre y tres últimas ubicadas en la zona agroecológica suni. En cada lugar se seleccionaron cuatro parcelas con cultivo de papa y dentro de cada parcela se instalaron diez puntos de evaluación. Las capturas de especies/morfotipos adultos fue realizada por medio de trampas de caída tipo Barber modificadas, instaladas en cada punto de evaluación, dentro de cada parcela, haciendo un total de 240 trampas; colectándose adultos del complejo “gorgojo de los Andes” los que fueron conducidos a los laboratorios de entomología de la Estación Experimental Illpa del INIA; y para la determinación de daños se evaluaron diez plantas por cada parcela y por cada lugar.

Se diferenciaron 22 morfotipos de “gorgojo de los Andes” en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni, siendo identificadas y caracterizadas cinco especies, que son las más frecuentes e importantes en cultivo de papa: *Premnotrypes solaniperda* Kuschel 1956, *Rigopsidius piercei* Heller, *Rigopsidius tucumanus* Heller 1906, *Listroderes punicola* Kuschel y *Premnotrypes latithorax* (Pierce) 1914.

Se determinó que la distribución geográfica de especies y morfotipos no es homogénea en cada zona agroecológica. Existe diferencia marcada en la abundancia relativa de adultos de “gorgojo de los Andes” es mayor en la zona agroecológica circunlacustre (59.7%) y menor en la zona agroecológica suni (40.3%). Las especies comunes *P. solaniperda*, *P. latithorax*, *L. punicola* y *R. piercei* constituyen el 94.2% de abundancia y las 18 especies/morfotipos raras 5.8%. La zona agroecológica circunlacustre presenta una riqueza de 22 morfotipos con uniformidad de 0.3528, índice de Simpson de 0.54 y el índice de Shannon de 1.0906. La zona agroecológica suni muestra riqueza de 21 morfotipos con uniformidad de 0.4118, índice de Simpson de 0.438 y el índice de Shannon de 1.2538. En las interacciones ecológicas, se determinó que la población de “gorgojo de los Andes”, depende en gran parte de los efectos de la temperatura más que de la precipitación pluvial. Las especies parecen no competir por alimento, sino que coexisten al compartir la misma área geográfica, debido a que existe una abundancia de recursos.

Los adultos *P. solaniperda* y *P. latithorax* de preferencia se alimentan en folíolos del tercio inferior de la planta, cortando el borde en forma de media luna o semicírculo. *L. punicola*, *Rhinoncus sp* y *Amitrus sp*, se alimentan de folíolos en forma indiferente. No se evidencia que adultos de las demás especies y morfotipos ocasionen daños en el follaje. Se determinó que el porcentaje total de tubérculos dañados por larvas de “gorgojo de los Andes”, es mayor en la zona agroecológica circunlacustre (40.24%) y menor en la zona agroecológica suni (35.19%). Los promedios de porcentajes de tubérculos dañados obtenidos fueron variables por cada lugar, siendo de 50% en Chaupi Sahuacasi y 31.4% en Irupalca. *P. solaniperda*, *R. piercei* y *P. latithorax* son las especies que ocasionan daños directos en los tubérculos de papa. La especie más común y predominante lo constituye *P. solaniperda*. Los índices de daño son superiores en la zona agroecológica circunlacustre, entre lugares no existe diferencia.

**DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF “ANDEAN POTATO WEEVIL” SPECIES
(COLEOPTERA : CURCULIONIDAE) IN THE CIRCUNLACUSTRE AND SUNI
AGROECOLOGICAL ZONES IN PUNO-PERU**

ABSTRACT

The present work on identification, distribution, abundance and damages of “Andean potato weevil” was carried out in the circunlacustre and suni agroecological zones of the department of Puno-Peru, during the years 2002-2003. I worked in six places: San Juan of Tahuaco, Wilamaya, Capachica, Caballa, Irupalca, Chaupi Sahuacasi, the three first located in the circunlacustre agroecological zone and the three last located in the suni agroecological zone. In each place four plot were selected with potato cultivation and inside each plot, I settled ten evaluation points. The captures of adult species/morphotypes were carried out by Barber’s fallen traps, modified, installed in each evaluation point inside each parcel, making a total of 240 traps. I collected adults of the complex “Andean potato weevil” they were led to the Entomology Laboratories of the Illpa Experimental Station - INIA. Ten plants were evaluated in each plot and in each place to determine damages.

I differenced 22 “Andean potato weevils” morphotypes in the circunlacustre and suni agroecological zones, being also I characterized five species that are the most frequent and important in potato cultivation: *Premnotrypes solaniperda* Kuschel 1956, *Rigopsidius piercei* Heller, *Rigopsidius tucumanus* Heller 1906, *Listroderes punicola* Kuschel y *Premnotrypes latithorax* (Pierce) 1914.

Our result shows that species and morphotypes distribution are not homogeneous in each agroecological zone. Difference marked in the relative abundance of adults exists of “Andean potato weevil”. It is bigger in the circunlacustre agroecological zone (59.7%) than in the suni agroecological zone (40.3%). The commons species *P. solaniperda*, *P. latithorax*, *L. punicola* and *R. piercei* constitutes 94.2% of abundance and the 18 species/morphotypes represent 5.8%. The circunlacustre agroecological zone presents a richness of 22 morphotypes with a uniformity of 0.3528, index of Simpson of 0.54 and the index of Shannon of 1.0906. The suni agroecological zone shows richness of 21 morfotypes with uniformity of 0.4118, index of Simpson 0.438 and the index of Shannon 1.2538. In the ecological interactions, it was determined that the population of “Andean potato weevil”, depends in a large part of the temperature more than the rain. The species seem not to compete for food, but rather they coexist sharing the same area, because of the abundance of resources.

The adults of *P. solaniperda* and *P. latithorax* preference feeds in potato leaf of the lower part of the plant, they cut the leaf border in form of half moon or semicircle. *L. punicola*, *Rhinoncus sp* and *Amitrus sp*, feed of potato leaf in indifferent form. There is not evidence that adults of the other species and morphotypes cause damages in the foliage. In addition, I found that there is difference in the adultos of “Andean potato weevil”, is bigger in the circunlacustre agroecological zone (40.24%) than in the suni agroecological zone (35.19%). The damage in the tubers were variable for each place: being of 50% in Chaupi Sahuacasi and 31.4% in Irupalca. *P. solaniperda*, *R. piercei* and *P. latithorax* are the species that caused damages in potato's tubers. The most common and predominant species constitutes *P. solaniperda*. The indexes of damage were superior in the circunlacustre agroecological zone. Also, it did not exist differences among places.

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum andigenum*) constituye un alimento indispensable en la dieta popular, en especial en la zona andina donde se requiere incrementar su producción y calidad. Este cultivo es el más afectado por plagas, las cuales disminuyen los rendimientos y/o desmejoran la calidad de los tubérculos. “Gorgojo de los Andes” constituye el principal problema entomológico de este cultivo en la zona andina, por que ocasiona daños entre 30 y 50%, llegando en algunos casos a 100% en parcelas de pequeños agricultores (Alcázar y Cisneros, 1997)

Esta plaga incluye un complejo de géneros y especies que aún no han sido completamente identificados y estudiados para cada zona productora de papa (Alcázar 2,002), las zonas agroecológicas circunlacustre y suni constituyen las principales zonas paperas de la sierra del departamento de Puno (Cahuana et al, 1996). Los principales factores que determinan la distribución y predominancia de poblaciones de insectos son los físicos, químicos y biológicos, principalmente (Odum, 1986).

El conocimiento de los aspectos bioecológicos y distribución de una plaga son primordiales para comprender la problemática y diseñar las estrategias de manejo. La aparición o incremento de poblaciones plagas generalmente están relacionadas con las características físicas y biológicas de cada zona agroecológica y la ruptura del equilibrio natural producidos por factores endógenos y exógenos. Es decir las alteraciones de los componentes del ecosistema agrícola están influenciadas por el desbalance entre factores bióticos y abióticos y sus interrelaciones.

Cada especie, tiene comportamientos diferentes, principalmente en lo que respecta a su distribución geográfica y abundancia, características que espacial y temporalmente se sobrepone en los agroecosistemas y cuyo conocimiento es básico para implementar un apropiado y oportuno manejo que disminuyan los daños.

Los resultados pueden permitirnos reconocer las especies de “gorgojo de los Andes” predominantes, su distribución, abundancia, comportamiento y daños que ocasionan, aspectos que contribuirán en implementar planes de manejo integrado de la plaga.

Por ello, fue necesario realizar el presente estudio en el departamento de Puno, en la perspectiva de los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar la distribución, abundancia e identificación de especies de “gorgojo de los Andes” en cultivo de papa en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni del departamento de Puno.

Objetivos específicos:

- Identificar las especies predominantes de “gorgojo de los Andes” en cultivo de papa en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni.
- Determinar el nivel de incidencia de los factores físicos (temperatura y precipitación pluvial) y biológicos (controladores biológicos) que influyen sobre la distribución y abundancia de especies del complejo “gorgojo de los Andes” por zona agroecológica en estudio.
- Determinar los daños que ocasionan las distintas especies de “gorgojo de los Andes” en el cultivo de papa, en cada zona agroecológica.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. GORGOJO DE LOS ANDES

El “gorgojo de los Andes” se halla distribuido en todo el área que comprende la región andina, entre los 2 500 a 4 700 msnm. Su distribución abarca los países de Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. De las 12 especies del género *Premnotrypes*, 10 han sido registradas en el Perú, cuatro especies en Bolivia y solamente una especie en Ecuador, Colombia y Venezuela. La especie que tiene mayor distribución en el área andina es *P. vorax*, se han encontrado en Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Alcazar, 2002).

La denominación “gorgojo de los Andes”, involucra a un complejo de varios géneros y especies de la familia Curculionidae. Los géneros más conocidos son *Premnotrypes*, *Rhigopsidius*, *Adioristus*, *Scotoeborus*, *Listroderes* e *Hyperodes* (op cit. Alcázar).

Se conocen 12 especies del género *Premnotrypes*: *solani*, *solanivorax*, *fractirostris*, *vorax*, *latithorax*, *sanfordi*, *solaniperda*, *clivosus*, *suturicallus*, *zizchkai*, *pusillus* y *piercei* (op cit. Alcazar). En el Perú, se han registrado hasta nueve especies del género *Premnotrypes* entre las que destacan por su amplia distribución e importancia económica: *Premnotrypes suturicallus*, *P. piercei* y *P. fractirostris* para la sierra central; *P. latithorax*, *P. solaniperda*, y *P. pusillus* para la sierra sur y *P. vorax* para la sierra norte, extendiéndose hasta Ecuador, Colombia y Venezuela. (Alcázar et al, 1999)

Hace 40 años aproximadamente se conoce que las medidas de control para esta plaga, han estado referidas a las recomendaciones de algunas prácticas culturales y al control químico. El empleo de productos como Aldrín, Folidol, Temik, Furadan y algunos piretroides han sido usados para su control; sin embargo, hasta el momento no se ha logrado reducir las poblaciones del gorgojo a niveles sub económicos, el problema aun persiste y en algunos lugares la plaga se ha establecido en forma endémica. (op cit Alcázar et al)

La ocurrencia estacional del “gorgojo de los Andes” presenta dos fases bien definidas, una fase invernante en el suelo en los estados de prepupa, pupa y adulto invernante durante los

meses de junio, julio, agosto, setiembre y octubre y una fase migrante cuando el adulto emerge del suelo y se dirige a los campos de cultivo, desde octubre hasta mayo (op cit. Alcázar).

2.1. 1 Origen y evolución del “gorgojo de los Andes”

Cerrom y Santiesteban (2001), señalan que los coleópteros hicieron su aparición en la tierra durante el Pérmico inferior (hace 250 millones de años). La fauna Coleóptera de la región neotropical probablemente apareció durante el terciario (59 y 12 millones de años). El ascenso de los Andes durante el terciario provocó grandes cambios climáticos, constituyendo el elemento morfológico más importante en el neotrópico, este hecho causó una notable diversificación de especies, ya que desde el punto de vista geológico concuerdan con los patrones de distribución del “gorgojo de los Andes”. Según Kuschel (1965) la composición y distribución de coleóptera de Sudamérica se extiende en función a la situación geográfica y de los cambios topográficos climáticos y ecológicos del pasado.

Las modificaciones fisiográficas como el levantamiento de los Andes permitieron una gran diversificación de las especies. El “gorgojo de los Andes” es exclusivamente sudamericano. Según sus hábitos, muestran alta especificidad hacia la papa, lo que les permite lograr una alta sincronización con la fenología del cultivo. Por la predominancia de especies de gorgojos en la parte central de los Andes de Perú y norte de Bolivia, se asume que estas especies se originaron en los Andes del Sur. Pues está comprobado que tiene estrecha relación con la papa, el cual tubo origen en América del sur, aunque existe controversia y opiniones muy diversas que se ubicaría en el altiplano peruano-boliviano y que de allí se habría dispersado hacia el norte y sur de América (op cit Cerrom y Santiesteban).

Si se considera la biogeografía filogenética, donde se menciona que, si dos grupos muestran el mismo patrón espacial es probable que comparten una misma historia biogeográfica, así mismo Henning (1968) citado por (op cit Cerrom y Santiesteban), indica que los miembros más primitivos de un taxón se encuentran más próximos al centro de origen que las especies más derivadas. Considerando esta hipótesis, se señala a *P. vorax* como la especie más derivada, mientras que las especies *P. piercei*, *P. suturicallus*, *P.*

Iathitorax serían los grupos más primitivos, en consecuencia se encuentran más próximos a su centro de origen.

2.1.2 Ubicación taxonómica

Pierce (1914) y Heller (1935) presentan la siguiente posición taxonómica para “gorgojo de los Andes”:

PHYLLUM	:	ARTHROPODA, Siebdt y Stannius (1845)
SubPhyllum	:	MANDIBULATA, Mc. Leay (1821)
DIVISION	:	PHYTOPHAGOIDES, Peyerinhardt (1933)
CLASE	:	INSECTA O HEXAPODA, Linneus (1758)
SubClase	:	PTERYGOTA
ORDEN	:	COLEOPTERA, Linneus (1758)
Sub Orden	:	POLIPHAGA, Comstock (1940)
Serie	:	RHYNCHOPHORA
SUPER FAMILIA	:	CURCULIONOIDEA, Hopkins (1911)
FAMILIA	:	CURCULIONIDAE, Latraille (1804)
Sub. Familia	:	LEPTOPHAGINAE
TRIBU	:	PREMNOTYPINI RHYTIRININI

Los agricultores llaman “gorgojo de los Andes” o “gusanos blancos” a un grupo de “gorgojos” cuyas larvas dañan los tubérculos. Los taxónomos han descrito muchas especies pero es probable que existan muchas aún no descritas, particularmente en Perú y Bolivia. La mayoría de “gorgojos” que infestan la papa pertenecen al género *Premnotrypes*; pero existen otros géneros relacionados (Alcázar, 2002).

Además de los géneros *Premnotrypes*, *Rhigopsidius* y *Phyrdenus*, existen otros como *Scotoeborus*, *Adioristus*, *Hyperodes*, *Naupactus*, y *Listroderes*, presentes en los campos de papa (Alcázar, 2002).

Aunque las especies del género *Premnotrypes* son las más ampliamente distribuidas, la primera descripción taxonómica del “gorgojo de los Andes” correspondió a dos géneros

diferentes. La primera especie descrita fue *Phyrdenus muriceus* (Germar) en 1824 y la segunda fue *Rhigopsidius tucumanus* Heller, 1906 (Pierce, 1914). Ambas colectadas en Argentina.

Pierce, en 1914, describió dos especies de “gorgojo de los Andes” provenientes de tubérculos infestados en Perú, *Premnotrypes solani* y *Trypopremnon Iatithorax*. Estas fueron consideradas por muchos años como las dos especies más importantes en la literatura entomológica peruana (Wille, 1952). Por esos años, cuatro nuevas especies fueron descritas: *Trypopremnon sanfordi* por Pierce (1918), *Plastoleptops solanivora* por Heller (1935), *P. fractirostris* por Marshall (1936), y *Soñanophagus vorax* por Hustache (1933).

Kuschel (1956) reporta nuevas especies del género *Premnotrypes*, y creó una nueva tribu (Premnotrypini), y presentó una clave para la identificación de 11 especies válidas para este género. Desde entonces, una especie más ha sido descrita (Alcalá, 1979) haciendo un total de 12 especies válidas.

Especies de *Premnotrypes* y origen de colección (Alcázar, 2002)

<i>P. solani</i> Pierce 1914	Perú
<i>P. solanivorax</i> (Heller) 1935	Perú
<i>P. fractirostris</i> Marshall 1936	Perú
<i>P. vorax</i> (Hustache) 1933	Colombia
<i>P. Iatithorax</i> (Pierce) 1914	Bolivia
<i>P. sanfordi</i> (Pierce) 1918	Perú
<i>P. solaniperda</i> Kuschel 1956	Perú
<i>P. clivosus</i> Kuschel 1956	Bolivia
<i>P. suturicallus</i> Kuschel 1956	Perú
<i>P. zischkai</i> Kuschel 1956	Bolivia
<i>P. pusillus</i> Kuschel 1956	Perú
<i>P. piercei</i> Alcalá 1979	Perú

Hay tres géneros involucrados en el complejo “gorgojo de los Andes” que pertenecen a diferentes subfamilias de la familia Curculionidae como indican Wibmer y O’Brien (1986):

<i>Premnotrypes</i> :	Tribu Premnotrypini	Subfamilia Entiminae
<i>Phyrdenus</i> :	Tribu Cryptorhynchini	Subfamilia Chryptorhynchinae
<i>Rhigopsidius</i> :	Tribu Rhytirrinini	Subfamilia Rhytirrhinae

Kuschel (1956) creó la tribu Premnotripini en el cual incluye tres géneros: *Rhinotrypes* Kuschel 1956; *Microtrypes* Kuschel 1956; *Premnortypes* Pierce 1914.

Solamente las especies del género *Premnotrypes* están relacionadas al complejo “gorgojo de los Andes”. Los sinónimos reconocidos para el género *Premnotrypes* son: *Trypopremnon* Pierce 1914; *Solanophagus* Hustache 1933 y *Plastoleptops* Heller 1935.

El género *Premnotrypes* fue creado por Pierce (1914) teniendo a *P. solani* como género-tipo. Al mismo tiempo creó *Trypopremnon* para ubicar a la especie *T. latithorax*. Ambos géneros tienen la misma acepción y, básicamente no existen diferencias entre ellos, tal como fue confirmado por Kuschel (1949). Con su nueva ubicación genérica (*Premnotrypes latithorax*), esta especie es citada en forma casi ininterrumpida por los diversos autores consultados a excepción de la combinación establecida por Kuschel (1949).

La tribu Rhytirrhini esta formada por el género *Rhigopsidius* con dos especies (*tucumanus* y *piercei*), sin embargo Van Emden (1952) considera a estos como sinónimos: *Rhigopsidius* Heller 1906.

El caso de *Rhigopsidius tucumanus* que fuera citado por Pierce (1918) como colectado por el autor en Cusco, Temuco y Arequipa. Tal como sugirió Emden (1952) se trataría de una identificación incorrecta ya que a nivel de larva, no le fue posible diferenciar ambas especies, lo que fue confirmado luego con material procedente de Argentina. Esta aseveración es particularmente exacta a partir del trabajo de Kuschel (1956), por lo que se descarta definitivamente la presencia de *R. tucumanus* para el Cusco y áreas cercanas.

El género *Rhigopsidius* Heller (Curculionidae: Rhytirrhinae) está distribuido en Bolivia, Perú y noroeste de Argentina. Es el único miembro americano de Rhytirrhini (Wibmer y O'Brien, 1986), una tribu de gran diversidad en el Viejo Mundo. Heller en 1906, estableció este género para *R. tucumanus*, procedente de la Provincia de Tucumán (Argentina). Sasser y Pierce (1913) y Pierce (1914, 1918) reportaron larvas de *R. tucumanus* en papas infestadas en las Estaciones de Inspección del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. El material interceptado era procedente de Cuzco y Arequipa (Perú), Oruro (Bolivia) y Temuco, San Carlos e Islas Castro (Chile). Estos autores describieron brevemente el daño causado por larvas y la morfología externa de especímenes adultos. Heller (1936) Sasser y Pierce (1913) y Pierce (1914, 1918), analizaron el caso y consideraron que ellos estaban tratando con especie diferente, que se le denominó *R. piercei* Heller distinguiéndose ambas especies por la forma del protórax, estrías, forma y dimensión de los tubérculos del declive apical, y por las longitudes relativas de los tarsómeros 1 y 2. Van Emden (1952) estudió a las larvas y adultos de *Rhigopsidius* y trató ambas especies como sinónimos, considerando que los caracteres proporcionados por Heller (1935) era variable intraespecíficamente. Kuschel citado por Wibmer y O'Brien (1989) los consideró como dos especies válidas.

2.1.2.1 Caracterización de la tribu Premnotrypini

Ojos laterales, la frente entre los ojos más ancha que el diámetro del rostro. Elitros con la IX y X interestría paralelas no aproximadas frente a las postcoxas, su raíz sobre el pedúnculo mesotorácico con una foseta o punto mayor llamativo. Tibias posteriores de cestillos abiertos, pero ocasionalmente con placa cestillal falsa, VIII esternito de la hembra ensiforme (Kuschel, 1956).

Caracterización de las especies de *Premnotrypes*

Las características morfológicas externas y aedeagus (machos) tienen valor para la identificación de especies. Las principales características usadas para la identificación son aquellas de la cabeza (ojos compuestos) rostrum o proboscis epistoma, canal para recepción del escapo antenal, mandíbulas, cicatriz mandibular o pieza caducas, antena (escapo antenal y la clava antenal). Escleritos torácicos, élitros (estrías e interestrias). Las

características complementarias son: presencia de escamas, pubescencia, setas, pelos estrías, tubérculos y callos (Kuschel, 1956).

El ápice del V esternito es romo en los machos (Fig. 1a) y agudos en las hembras (Fig. 1b). La caída de los élitros en la parte posterior es casi vertical en las hembras y convexa en los machos.

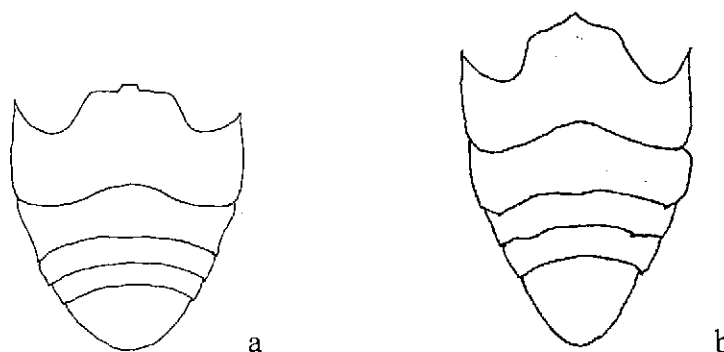


Fig. 1. *Premnotrypes*. Esternitos: a, macho; b, hembra

2.1.2.2 Caracterización de la tribu Rhytirrinini

Caracterización de las especies de *Rhigopsidius* Heller

Tamaño mediano, con escamas en el área basal que lleva protuberancia como un dedo y el área distal ovalado; ojos subtriangular; escrobas profundas, dirigidas hacia los ojos; mandíbulas con dos setas; prementum glabro; protórax con quilla bifurcada hacia la base y tuberculada; élitros con series oblicuas de tres tubérculos en el declive; 3er tarsomero subconical, ligeramente bilobado; esternón de la hembra subrectangular; hemisternitos con stili esclerotizada, exteriormente ordenado, glabro; saco interior con un par de escleritos. Longitud del cuerpo 6.7 - 9.9 mm. (Kuschel, 1956).

Integumento alveolado, café oscuro. Escamas del protórax y élitros con dos áreas, área basal subcircular a subpoligonal, área distal aovado. Escutellum con escamas alargadas. Cabeza convexa, pequeña. Ojos grandes, subtriangular, plano. Rostro ligeramente encorvado, más corto que el protorax, 1.2-1.5 veces tan largo que ancho; superficie dorsal parcialmente tuberculado. Escroba profunda, dirigido hacia los ojos. Pterygium desarrollado. Epistoma fuertemente sobresalido, cóncavo. Mandíbulas algo asimétricas,

robustas, planas, con incisión basal; cada una con tres dientes, redondeadas en la mandíbula izquierda y afilado-puntiagudo en la mandíbula derecha, con dos setas; protuberancia faríngeo corto, extenso. Maxilas bien desarrolladas, setas fuertes; palpo con 1° y 2° artejos subcilíndricos, 3° ligeramente cónicos. Labium con prementum subcircular, cara externo rugosa; cara interna setosa, lígula bien desarrollada; palpo robusto, insertado subapicalmente, 1° artejo fuertemente transversal, 2° subcilíndrico, 3° longitudinal. Antenas insertadas subapicalmente, inserción visible del anterior; escapo gradualmente ensanchado hacia el ápice, extendiendo más allá el margen posterior del ojo hasta descansar en la escroba; artejo funicular 1° dos veces más la longitud de 2°, 3°-6° artejos subglobosas, 7° transversal; maza aovada, con dos suturas distintas (Kuschel, 1956).

Protórax ligeramente transverso, márgenes extendidos como tubérculos en el tercio medio; disco con quilla media longitudinal bifurcada hacia la base en dos quillas laterales y varios tubérculos; lóbulos postocular bien desarrollados. Escutellum visible (Kuschel, 1956).

Élito fundido a lo largo de la línea media, subrectangular, más ancho que el protorax; ligeramente convexo, notablemente estriado, intervalos convexos; carina epipleural prominente; declive apical casi vertical; ápice redondeado. Superficie dorsal con tubérculos en intervalos. Alas posteriores atrofiadas. Patas con fémur largo y robusto; 3° tarsomero subconical, ligeramente bilocado (Kuschel, 1956).

Macho: Aedeagus simétrico, ligeramente esclerotizado; curvado, angosto en la vista lateral; márgenes subparalelos, convergente en el tercer ápice; apodemes largos; saco interior con un par de escleritos. Tegmen carente de parameres (Kuschel, 1956).

Hembra: Esternito 8° subrectangular, con dos brazos esclerotizados, margen apical con setas cortos; apodeme ancho, base agrandado. Hemisternites corto; fuertemente esclerotizada, exteriormente ordenado. Espermateca falciforme, parcialmente reticulada, corneo robusto (Kuschel, 1956).

2.1.3 Nombres comunes

Yábar (1994), menciona que el nombre común (original) de esta plaga proviene del inglés (Andean Potato Weevil) y podría interpretarse como “gorgojo” o “picudo andino de la papa”; sin embargo adquiere muchos nombres comunes de acuerdo a la zona:

Nombre común	Referencias
Gorgojo de los Andes	Crosby, 1981; EPPO. 1984.
Gusano blanco de la papa	EPPO. 1984.
Papa kuro (larva)	Quechua
Choque lacko (larva)	Aymara
Lacko (larva)	Aymara
Ccara saco (adulto)	Quechua
Ccara casaca (adulto)	Quechua
Utu kuro (adulto)	Fano, et al; 1985.
Tucsa (adulto)	Fano, et al; 1985.
Allpa kuro	Fano, et al; 1985.
Gorgojo de la papa	EPPO. 1984.
Andean weevil	Crosby, 1981.

2.1.4 Comportamiento, ciclo de vida y ocurrencia estacional

Como se ha indicado el grupo de gorgojos conocidos como “gorgojo de los Andes” incluye tres diferentes géneros, una especie de *Phyrdenus*, una especie de *Rhigopsidius*, y 12 especies de *Premnotrypes*. Cuatro especies de *Premnotrypes* (*Iatithorax*, *suturicallus*, *vorax* y *solaniperda*) son por su mayor predominancia las más importantes plagas de la región Andina. Por esta razón se ha dado mayor énfasis en los estudios del ciclo de vida y ocurrencia estacional en el Perú. (*P. vorax* en Cajamarca, *P. suturicallus* en Huancayo, y *P. Iatithorax* en Cusco y *P. solaniperda* en Puno).

2.1.4.1 Comportamiento

Las cuatro especies mencionadas del género *Premnotrypes* muestran similar comportamiento. Es de esperar que lo mismo pueda ocurrir en las otras nueve especies. Se han observado diferencias muy significativas en *Phyrdenus* y *Rhigopsidius*.

Los adultos machos y hembras permanecen escondidos durante el día debajo de los terrones, piedras, agrietamientos del suelo y casi siempre cerca a la planta. En la noche suben a la planta de papa y comen el follaje. Las hembras ponen sus huevos dentro de pedazos de paja u otros restos vegetales cerca al cuello de la planta. Las larvas neonatas, después de la eclosión de los huevos, se introducen en el suelo y penetran en tubérculos de papa. La larva barrena el tubérculo y permanece allí hasta completar todo el período larval. Luego abandona el tubérculo y prepara una celda de tierra para empupar. La larva, en el suelo, en la fase de pre-pupa se transforma en pupa, y más tarde en adulto invernante, permaneciendo en su celda pupal hasta la emergencia. El “gorgojo” en la celda pupal es llamado “gorgojo invernante” y puede ser identificado por la presencia de la pieza caduca en las mandíbulas. Estas piezas son desprendidas cuando los “gorgojos” se activan y emergen del suelo.

El comportamiento de *Rhigopsidius tucumanus* difiere de *Premnotrypes* spp. en que el empupamiento ocurre dentro del tubérculo. Como resultado, la infestación en el campo es iniciada por los adultos que emergen de los tubérculos-semilla. La hembra pone sus huevos en el suelo cerca a la planta de papa.

Phyrdenus muriceus también presenta algunas diferencias en el comportamiento. Los adultos ingresan a los campos de papa caminando o volando. Los gorgojos hacen pequeños agujeros en las hojas; las hembras ponen huevos en el suelo cerca al tallo de la planta, y las larvas se alimentan de los tubérculos y raíces. El empupamiento ocurre en el suelo.

2.1.4.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida del “gorgojo de los Andes” ha sido reportado por varios autores con diferente nivel de detalle; Carrasco (1961), Tisoc (1989), y Carbajal (1992) en *P. latithorax* Calvache (1986) y Muñoz (1998) en *P. vorax*; Alcázar (1976) en *P. suturicallus*;

Tovar (1988) en *P. piercei*, y Gil (1991) en *P. solaniperda*. Ellos mostraron muchas similitudes y pocas diferencias. Las diferencias en tiempo para completar los estadios larvales y el desarrollo de los estados podría deberse a las diferencias de especies relacionadas o a diferentes condiciones medio ambientales, particularmente temperatura. En algunos casos la mayor diferencia remarcada es el número de 5 estadios larvales para *P. vorax* (en lugar de cuatro estadios que presentan las otras especies), y la cantidad de huevos puesto por las hembras (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ciclo de vida de especies de “gorgojo de los Andes” en días: *P. solaniperda*, *P. suturicallus*, *P. piercei* y *P. vorax*.

Estado	<i>P. solaniperda</i> (Gil, 1991)	<i>P. suturicallus</i> (Alcázar, 1976)	<i>P. piercei</i> (Tovar, 1988)	<i>P. vorax</i> (Muñoz, 1998)
Huevo	46.60	32.69	26.53	42.97
Larva I	12.92	11.39	8.18	15.90
Larva II	11.47	9.36	6.72	14.18
Larva III	9.87	12.34	8.30	16.78
Larva IV	9.90	14.20	12.06	18.53
Larva V	47.35			52.67
Total del estado larval	91.51	88.90	78.16	117.96
Pupa	47.46	54.4	51.90	49.67
Adulto invernante		115.0	134.68	65.90
Ciclo (huevo-adulto)	185.57	295.52	301.92	276.50
Longevidad macho	217.70	159.27	276.86	167.90
Longevidad hembra	199.30	126.20	233.33	193.40
Ciclo total	403.27	433.51	499.36	457.15
Periodo de oviposición		105.84	127.42	119.44
Huevos/hembra	128.6	630.73	521.28	378.50

2.1.4.3 Huevo

Los huevos son de forma capsular u oval alargado, de color blanco-cremoso completamente lisos con el corium hialino brillante. El tamaño para las especies: *P. latithorax*, *P. Sutturicallus*, *P. solaniperda*, *P. piercei* y *P. vorax* estudiadas en el Perú; varía de 1.16 mm a 1.54 mm de longitud y de 0.40 mm a 0.87 mm de ancho. La duración del período de incubación para estas especies varía de 32.69 a 47.97 días.

2.1.4.4 Larva

Las larvas son de color blanco, con cápsula cefálica de color marrón, son ápodas del tipo curculioniforme. Para completar con su desarrollo requiere de un período intermedio llamado pre-pupa, para luego pasar al estado de pupa. El tamaño para el último estadio

varía de 6.18 mm a 13 mm de longitud. La duración de todo el estado larval varía de 33.70 días a 81.66 días; mientras que para el estado de pre-pupa la duración varía de 26 días a 42.70 días

2.1.4.5 Pupa

La pupa es del tipo libre o exarate, presenta en forma diferenciada la cabeza, tórax y abdomen y sus apéndices expuestos; son de color blanco al inicio para luego tornarse a color crema-amarillento. El tamaño varía de 8.05 mm a 9.40 mm de longitud y de 3.55 mm a 4.90 mm de ancho. La duración de este estado varía de 28.50 días a 54.40 días.

2.1.4.6 Adulto invernante

El adulto invernante al inicio es de color crema-amarillento para luego tornarse anaranjado, marrón claro y finalmente marrón oscuro. La duración para esta fase, que permanece dentro de su celda en el suelo, es de 65.90 días a 134.68 días.

2.1.4.7 Adulto libre

Los adultos presentan diferencias de tamaño en relación al sexo. Por lo general las hembras son más grandes que los machos. Para las especies de *P. vorax*, *P. Iathitorax* y *P. suturicallus*, la longitud varía de 6.72 mm a 7.96 mm para las hembras y de 5.57 mm a 7.46 mm para los machos. La longevidad del adulto para los machos varía de 167.90 días a 276.86 días y para las hembras de 126.20 días a 233.33 días.

2.1.4.8 Ciclo biológico

La duración del ciclo biológico de huevo hasta la emergencia del adulto varía de 210.18 días hasta 293.01 días; la longevidad el adulto varía de 126.2 días a 276.86 días.

2.1.5 Daños

El “gorgojo de los Andes”, en los estados de larva y adulto, causan daños al cultivo. Los daños en hojas son realizados por los adultos, siempre por los bordes demarcando una

forma muy característica de semiluna o semicírculo. Cuando las poblaciones son muy abundantes llegan a comer hasta la nervadura central. También se ha constatado que ocasionalmente los adultos pueden dañar estolones, tubérculos en formación y la base del tallo de la planta; el 63 % de daños son causados en el foliolo terminal. El promedio de área foliar consumida por *P. suturecallus* en 24 horas es de 68 mm², y las hembras consumen cerca del doble de lo que consume el macho (Alcázar, 2002).

Los daños en los tubérculos, se inician cuando las larvas recién emergidas penetran a los tubérculos primero en forma superficial. Según desarrollan van delineando característicos túneles que por lo general se encuentran rellenos con excremento. Una vez cumplido el estado larval abandonan el tubérculo haciendo característicos agujeros circulares de 3 a 4 mm de diámetro. El número de larvas por tubérculo esta en relación al nivel de infestación en el campo (op cit Alcázar).

Se considera que la larva representa el estadio de mayor importancia económica por los daños que produce. Sin embargo, durante el ciclo completo pueden reconocerse dos tipos de daño: a) El producido por adultos al alimentarse de hojas ocasionando comeduras redondeadas en el borde de los foliolos También ocasionan daños al cuello de la planta, estolones y tubérculos en formación. Se estima que, si la población es alta, el follaje puede ser consumido totalmente; b) El producido por larvas al alimentarse directamente de los tubérculos (Yábar, 1994).

Los tubérculos dañados en esta forma tienen un sabor dulce y, en algunos casos, no hay síntomas externos. Las esclerificaciones y excrementos hacen inservible al tubérculo ya que las primeras endurecen considerablemente zonas y los segundos ensucian los tubérculos sanos (Carrasco, 1961). Los primeros daños se manifiestan al comienzo de la floración, coincidiendo con el inicio de tuberización; el mayor ataque se inicia alrededor de los 60 días de la siembra.

Se menciona que las larvas pueden abandonar un tubérculo y penetrar en otro; en este caso se notan los orificios de ingreso taponados por los excrementos de las larvas (Molleda, 1968 citado por Yábar, 1994). Sin embargo, en pruebas de infestación artificial empleando tubérculos infestados en lotes de tubérculos sanos, no se ha observado este comportamiento (Delgado, 1974). En este caso, se realizó un intento de infestación

artificial agregando 1 kg de tubérculos fuertemente infestados a sacos con papa sin daños, no habiéndose obtenido avance significativo de los daños.

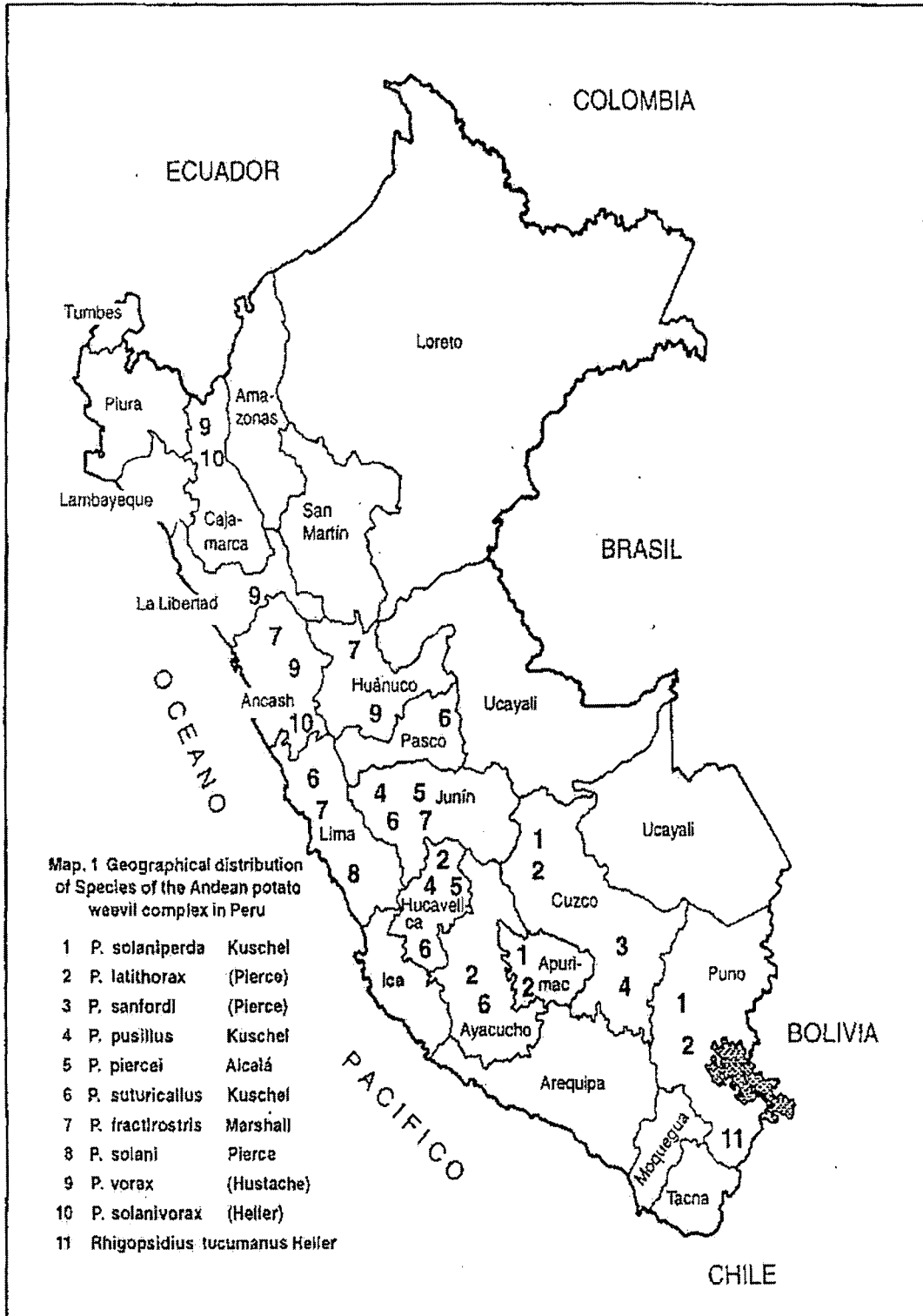
Es importante resaltar que, si la población de adultos es sumamente grande, los daños al follaje, alcanzan un nivel económico llegando, en algunos casos, a defoliar totalmente el campo lo que obliga, en casos extremos, a abandonar este (op cit Alcázar 2002).

Respecto al daño por larvas, estas no ocasionan disminución de rendimientos y, en cambio, afectan directamente la productividad en términos de porcentaje de papa no comercializable o de pérdida de valor comercial (Yábar, 1994).

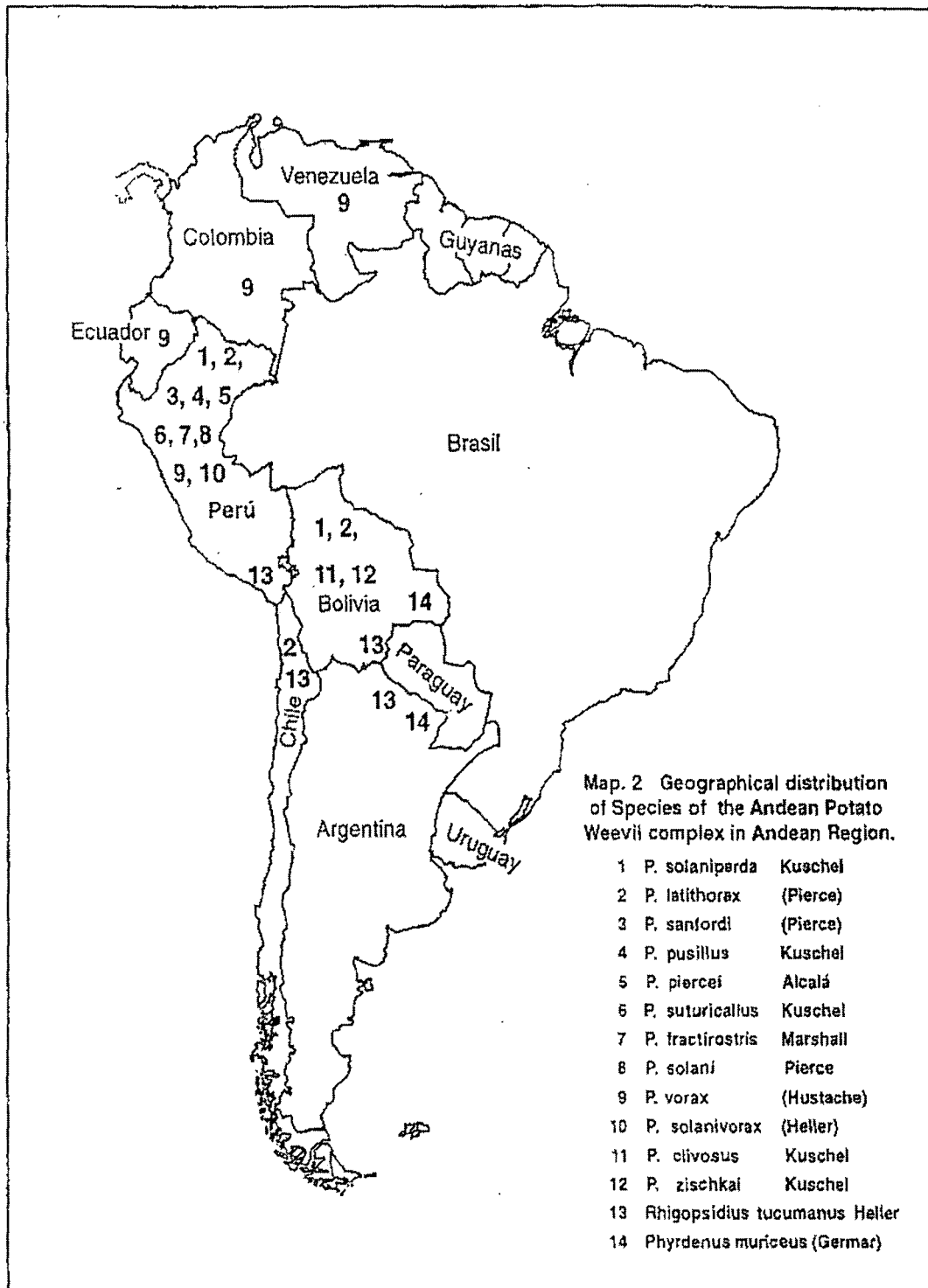
En los casos que se emplea insecticidas y no se consigue un buen control, se incrementa el daño indirecto referido al incremento de costos de control que, necesariamente, influyen en el costo total de producción; de este modo, debe entenderse claramente que el control de “gorgojo de los Andes” no significa un incremento en los rendimientos sino en la productividad, y lógicamente, en la calidad de los tubérculos.

2.1.5 Distribución espacial

Alcalá (1979) hizo el primer estudio sobre la distribución de especies de “gorgojo de los Andes” en el Perú. Este trabajo actualizado se presenta en el Mapa 1 y la distribución de las especies para Sur América en el Mapa 2.



Mapa 1. Distribución del “gorgojo de los Andes” en el Perú (Alcázar, 2002)



Mapa 2. Distribución del “gorgojo de los Andes” en Sur América (Alcázar, 2002)

Todas las especies de *Premnotrypes*, *Rhigopsidius* y *Phyrdenus* atacan al cultivo de papa y son nativas de la región Andina. Esto ocurre normalmente entre 2,000 y 4,700 m de altitud. La región montañosa andina se extiende a lo largo de Chile, Nor-este de Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y parte de Venezuela.

Las especies de “gorgojo de los Andes” no se distribuyen uniformemente a lo largo de la región montañosa Andina. La mayoría de las especies están concentradas en Perú y Bolivia, considerado como los centros de origen de estos “gorgojos”. Diez de las doce especies de *Premnotrypes* ocurren en el Perú. Las otras dos especies han sido reportadas en Bolivia. La especie *Rhigopsidius tucumanus* ocurre en el nor-este de Argentina, Bolivia y sur de Perú. *Phyrdenus muriceus* ocurre en Bolivia y nor-este de Argentina. En el área norte del Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela la única especie reportada es *Premnotrypes vorax* (op cit Alcázar).

Los Premnotrypini, quedan circunscritos a la Cordillera de los Andes desde Colombia hasta Bolivia y el extremo norte de Chile, encontrándose por lo general a alturas sobre los 3.000 m (Kuschel, 1956).

Rhigopsidius tucumanus ha sido reportado en Argentina (Tucumán, Santiago del Estero, Jujuy, Catamarca y Salta), Bolivia (Potosí, Chuquisaca, Tarija, Cochabamba y La Paz) y en Perú (restringido a Puno). Cervantes (2003) reporta la presencia de *R. piercei* en los distritos de Desaguadero, Zepita, Ollaraya, Pomata, Acora, Chuchito, Puno, Huata, Capachica, y Taraco en el Departamento de Puno.

González (2002), señala que la distribución espacial de *Premnotrypes solaniperda* es aleatoria durante las fases de la papa es decir en emergencia, floración, tuberización y madurez fisiológica. No demuestra tener una dispersión homogénea, por las condiciones no uniformes del cultivo. Mientras que Yábar (1994), reporta que la distribución espacial de “gorgojo de los Andes” no es un atributo propio de la especie sino consecuencia de las prácticas agrícolas durante el desarrollo del cultivo y su actividad migratoria.

2.1.6 Ocurrencia estacional

Gil (1991) en estudios realizados en Puno, Perú, para *P. solaniperda* y Carvajal et al (1996) en Bolivia para *P. Iatithorax* indican la ocurrencia de una generación al año. Sin embargo, Gallegos (1995) en Ecuador y Calvache (1986) en Colombia, trabajando con *P. vorax*, consideran que hay más de una generación al año cuando el cultivo de papa es continuo.

La producción de papa en la región montañosa de los Andes es esencialmente en seco. Hay dos estaciones bien definidas. La estación seca, fría, invernal y la estación lluviosa, moderadamente caliente (primavera-verano). En la estación seca el “gorgojo” sobrevive en forma de pre-pupa, pupa y adulto invernante en la celda pupal en el suelo (o en el tubérculo en el caso de *R. tucumanus*). Cuando las lluvias de primavera se inician, los “gorgojos” invernantes se activan y emergen del suelo. Los “gorgojos” permanecen en el campo si las plantas de papa están disponibles, o migran a nuevos campos.

Cuando ocurre la inmigración, las infestaciones son mayores cerca de los bordes que en el centro del campo. La ocurrencia estacional de los adultos y estados inmaduros de *P. vorax* fue estudiada en Cajamarca, bajo condiciones de campo y almacén. Los adultos inician la emergencia por la última semana de octubre hasta fines de febrero. La migración a los campos de papa ocurre de Diciembre a Febrero. La mayor población de adultos (0.1 a 4.2 gorgojos/planta) en el campo fue observada en febrero. El daño de las larvas a los tubérculos se inicia a mediados de Marzo y se incrementa hasta abril. Se registraron de 25 a 72 % de tubérculos dañados a la cosecha en los campos evaluados. La pre-pupa ocurre de Abril a Setiembre, pupa de Mayo a Octubre y el adulto invernante de Junio a Noviembre.

2.1.7 Enemigos naturales

Contrariamente a lo que podría esperarse de una plaga nativa, los enemigos naturales para “gorgojo de los Andes” son muy escasos. Cientos de miles de larvas han sido recolectados por años, sujetos a observación para determinar la ocurrencia de parasitoides. Sin embargo, ningún parasitoide ha sido recuperado hasta ahora.

Loza (1999), menciona que en el altiplano los carábidos (carabidae: coleoptera) cumplen un rol fundamental como controladores biológicos de plagas y reguladores de poblaciones de insectos fitófagos en general. Y quizá constituyen los consumidores secundarios más importantes de la red trófica de los agroecosistemas altiplánicos debido a su abundancia y diversidad. Diferencia 12 especies de carábidos predadores de plagas de los cultivos andinos, los más abundantes y frecuentes en las zonas de Illpa y Camacani y en el altiplano en general son: *Notiobia schunusei* Van Emdem, *Notiobia sp* Perty y *Meteotachys sp* Edwin; los cuales constituyeron más del 90%. Estas tres especies tienen un amplio rango de presas alternativas, pudiendo preda los estados inmaduros de diferentes insectos y otros

invertebrados. *Notiobia schunusei* prefiere significativamente más larvas que huevos de insectos plaga, y entre las larvas son más afectos por las de “polillas” y “gorgojos”, sin diferenciar estadios en gran magnitud *Notiobia sp* prefiere mayormente larvas pequeñas de noctuidos, “gorgojos” y geléquidos, limitándose por larvas de últimos estadios y huevos. *Meteotachis sp* tienen una mayor preferencia por huevos, larvas de primer estadio e insectos pequeños del follaje como trípidos.

Entre los vertebrados, los sapos y pájaros actúan como predadores. Los sapos generalmente son predadores de insectos. Análisis de heces ha demostrado la presencia de élitros de “gorgojo”. Pero el efecto de esta predación es insignificante en vista del escaso número de sapos en los campos de papa. Algunos pájaros han sido observados en los campos de papa recién cosechados para buscar larvas. Pero otra vez, las poblaciones de pájaros son bajas y su efecto sobre los “gorgojos” es limitado. Un uso práctico de la experiencia ha sido el uso de pollos en el momento de la cosecha y en ocasiones posteriores como un efectivo predador.

Otros predadores son muy restringidos en número, ocurrencia y efectividad. Garmendia (1961) reporta a una hormiga del género *Iridomirmex* como un predador efectivo para las condiciones del Cusco.

2.1.8 Hospederos

Una serie de estudios han demostrado que las especies de *Premnotrypes* no son capaces de sobrevivir en otra planta que no sea papa. Esto ha sido estudiado en condiciones de laboratorio y campo en *P. suturicallus*, *P. Vorax* y *P. latithorax* en oca, *Oxalis tuberosa*, olluco, *Ullucus tuberosum* y mashua, *Tropaeolum tuberosum*. Como adultos, los “gorgojos” pueden eventualmente comer hojas de varias plantas pero en ningún caso desarrollaron las larvas en las raíces de estas plantas. En estudios de *P. suturicallus* con especies cultivadas y silvestres (cuadro 2), no logró desarrollar en ninguna de estas plantas; sin embargo, otros “gorgojos” del complejo como *Adioristus*, *Scotoeborus* y *Naupactus*, si desarrollaron en algunas de estas plantas (Yábar, 1994).

Cuadro 2. Rango de hospederos del “gorgojo de los Andes”, *Premnotrypes suturicallus* y otros géneros relacionados al complejo de gorgojos, hallados en campo de papa. Huancayo, 1998.

Especies silvestres	Especies de “gorgojo”			
	<i>Premnotrypes Suturicallus</i>	<i>Adioristus sp.</i>	<i>Scotoeoborus sp.</i>	<i>Naupactus sp.</i>
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinus</i>)	(-)	(+)	(+)	(+)
Lengua de vaca (<i>Rumex crispus</i>)	(-)	(+)	(+)	(+)
Puka puncho (<i>Rumex acetocella</i>)	(-)	(+)	(+)	(+)
Garbanzo (<i>Astragalus sp.</i>)	(-)	(+)	(+)	(+)
Yuyo (<i>Brassica campestris</i>)	(-)	(+)	(-)	(-)
Aguja-aguja (<i>Erodium cicutarum</i>)	(-)	(+)	(-)	(-)
Sara-sara (<i>Gamochoeta sp.</i>)	(-)	(+)	(+)	(-)
Papa Cv. Yungay	(-)	(-)	(-)	(-)

(+) Hospedero

(-) No hospedero

2.2 ECOLOGÍA DE POBLACIONES

2.2.1 Diversidad

En el sentido ecológico más estricto, diversidad es una medida de heterogeneidad del sistema, es decir, la cantidad y proporción de diferentes elementos que contiene. Sobre diversidad, Margalef (1956) lo describe: Una propiedad de importancia esencial en el estudio de la estructura, dinamismo y evolución de las comunidades naturales es la riqueza de especies, que se puede expresar por medio de un índice de diversidad tal que sea independiente de la amplitud de la muestra sobre la que se determina. Es muy deseable encontrar una expresión de dicho índice que sea independiente del ajuste de la comunidad en estudio a un tipo de distribución prefijado.

La diversidad de especies ha sido tradicionalmente la forma más empleada para valorar los ecosistemas, tanto desde el punto de la conservación como en referencia al estudio de su funcionamiento, sobre todo porque son fácilmente identificables, y pueden ser contadas o valoradas (Cabello et al, 1999).

La distribución de individuos en especies ha sido de siempre un tema recurrente en ecología, y la única ley aplicable en general es la que reconoce que “hay muchos individuos de pocas especies y muchas especies con muy pocos individuos” (Iglesias, 1988 citado por Flos, 2005).

2.2.1.1 Estimación de la diversidad

Ravinovich (1982), señala que para medir diversidad de poblaciones debe hacerse uso de índices de diversidad, es decir una serie de índices que den idea cabal de la abundancia por unidad de área o volumen, ya sea en número de individuos o en biomasa, además que expresa si una población es más o menos abundante que otra, ya sea en un cierto momento o en un cierto espacio. Una vez estimada la abundancia de una población, recomienda representarla en un gráfico, lo que permitirá observar las variaciones de dicha abundancia a lo largo del tiempo.

Krebs (1985), sostiene que la forma más sencilla de medir la diversidad de especies es contar el número de especies. En tal sentido se deben incluir las especies residentes y no las accidentales. El número de especies dentro del concepto de diversidad de especies se le denomina riqueza de especies. Un segundo concepto de la diversidad de especies es el de heterogeneidad o uniformidad.

Según Perez-Lopez et al (1993), las medidas de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. Estas medidas son índices, un índice ha de considerar dos factores: la riqueza de especies, es decir, el número de especies y la uniformidad, es decir en que medida las especies son abundantes.

De todos los índices descritos en la literatura, uno de los más clásicos es el Índice de Simpson, que es una medida de dominancia y se expresa como: $D = 1/3p_i^2$; siendo $p_i = n_i/N$, donde n_i es el número de individuos de la especie y N es la abundancia total de las

especies. Con otras palabras, p_i es la abundancia proporcional de la especie "i" (Perez-Lopez et al, 1993).

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el índice de Simpson se presenta habitualmente como $1/\dots = 1/\dots p_i^2$ que expresa, en realidad, una medida de la dominancia, como se acaba de indicar. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies (Perez-Lopez et al, 1993).

La expresión de Shannon es una función que cumple todas las condiciones deseables de un índice de diversidad: es monótona creciente, parte de cero cuando sólo hay una especie y es máxima cuando todas las especies se presentan en la misma proporción (Flos, 2005). Se expresa como: $H = - \sum p_i \log^2 p_i$; donde $p_i = n_i/N$ y $N = \sum n_i$ y n_i representa el valor de importancia de la clase i y puede evaluarse mediante abundancias, biomásas o intensidades de transferencia de especies endémicas (Perez-Lopez et al, 1993).

De acuerdo con Whittaker (1977) citado por Cabello et al (1999), existen cuatro niveles de diversidad inventario, la diversidad puntual o diversidad de una muestra tomada a partir de un hábitat homogéneo, la diversidad *alfa*, equivalente a la diversidad dentro del hábitat, la diversidad *gamma* o diversidad de una gran unidad, tal como una isla o paisaje, y finalmente la diversidad *épsilon* o regional, aplicada a una gran área biogeográfica.

2.2.1.2 Modelos de distribución

Las especies se distribuyen, normalmente, según jerarquías de abundancia desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Generalmente, en las comunidades lo normal es que haya bastantes especies raras, pocas especies abundantes y muchas especies con una abundancia intermedia. Esta parece una regla que también se cumple en las sociedades humanas: hay bastantes personas pobres, pocas muy ricas y mucha clase media. Es muy probable que este tipo de relación especies/abundancia, se dé siempre que los elementos del sistema interactúan y compiten por unos recursos limitados. Esta observación condujo a los modelos de distribución de abundancia de especies (Cabello et al 1999).

Cabello et al (1999), menciona que se han descrito cuatro modelos principales: Las series logarítmicas (log-series) de Fischer, Corbet y Williams (1943), el modelo lognormal (Preston, 1948), las series geométricas y el denominado modelo de “bastón roto” (MacArthur, 1957). Estos cuatro modelos se han interpretado clásicamente en términos de distribución de recursos, en donde la abundancia de una especie es, de alguna forma, equivalente a la porción de nicho ocupado por cada especie en la comunidad.

2.2.1.3 Diversidad Taxonómica

La estima más generalizada de diversidad es la riqueza de especies, la a-diversidad. Ahora bien, a medida que se incrementa el número de especies, cabe esperar que, paralelamente, se incremente la presencia de grupos taxonómicos divergentes de alto rango (Cabello et al, 1999).

2.2.1.4 Rareza y Endemicidad

Entender el problema de diversidad, implica discutir el problema de rareza biológica. En una muestra finita, son las especies poco abundantes (raras) las que casi siempre quedan fuera del muestreo y, en la mayoría de los casos, la diferencia entre el número de especies observadas y el número real de especies que integran la comunidad, se refiere precisamente a las especies raras (Cabello et al, 1999).

Rareza de un organismo es la condición de ser infrecuente y puede presentarse como rareza de ocupación entre áreas o bien como rareza de individuos dentro de un área. Sin embargo, no todas las especies con rangos geográficos relativamente restringidos son localmente poco abundantes y viceversa (Williams et al., 1997 citado por Cabello et al, 1999).

Endemicidad es un concepto diferente al de rareza por cuanto expresa la condición de estar restringido a un área particular, de rango geográfico preestablecido, dentro de un área de estudio. Endemicidad se define en un contexto geográfico relacional, es decir, en comparación al área de distribución de otros organismos y tiene una amplia aceptación entre los biogeógrafos (Cabello et al, 1999).

2.2.1.5 Causas de la diversidad

Posiblemente ningún factor por sí solo, es capaz de explicar las causas de diversidad en una región, siendo difícil la agrupación de estos factores en conjuntos razonablemente homogéneos. Tal vez por esta razón, no disponemos aún de una teoría general sobre las causas de la diversidad biológica y no es fácil discernir cuál es la contribución diferencial de cada una de ellas en cada momento y lugar (Cabello et al, 1999).

a. Factores intrínsecos

El principio de “exclusión competitiva” establece que es imposible la supervivencia de dos especies en el mismo tiempo y lugar, si éstas comparten idénticos recursos y variables ambientales. Ello viene a significar que no existen dos especies idénticas en sus adaptaciones, como consecuencia de la variabilidad inmensa de las condiciones particulares que han promovido la diferenciación evolutiva de cada una. Aunque esta concepción ha de enfrentarse a la multiplicidad de conceptos de especie y con el desconocimiento de la influencia de las diferencias entre individuos de una misma especie, supone un punto de partida lógico para la comprensión ecológica de la diversidad (Cabello et al, 1999).

Todos los estudios teóricos y experimentales sugieren que la competencia entre dos especies por el mismo recurso, da lugar a la extinción de una de ellas pero la coexistencia también es posible si el ambiente es heterogéneo, si existe dispersión, si las especies se encuentran agregadas espacialmente, si se considera el papel de los depredadores, o bien, si se produce un desplazamiento de caracteres en alguna dimensión del nicho (Cabello et al, 1999).

Surge así el concepto de “similitud limitante”: existe un límite en el número de especies que pueden coexistir. De acuerdo con este principio es posible que la diversidad aumente si: 1) existe una mayor gama de recursos; 2) las especies poseen una amplitud de nicho pequeña, es decir, están especializadas en una o varias dimensiones del nicho y 3) la situación contraria, las especies tienen mayor solapamiento de nicho (Cabello et al, 1999).

Por otro lado, los predadores pueden ser selectivos y atacar a la especie o especies competitivamente superiores, permitiendo la coexistencia. También pueden ejercer este efecto, si depredan sobre las presas más abundantes en cada momento. La predación puede permitir un grado mayor de solapamiento de nicho entre especies competitivas, al disminuir las densidades de población y, por tanto, aumentar la capacidad de carga del medio. No obstante, la predación puede acabar con la presa y, consiguientemente, con el recurso del propio depredador (Cabello et al, 1999).

b. Factores extrínsecos

Cuando hay poco alimento disponible, sólo las especies selectivas pueden sobrevivir. Por el contrario, cuando abundan los recursos, encontramos muchas especies exigentes que están especializadas en el consumo de un tipo particular de alimento. De este modo, los ecosistemas que tienen mayor producción de recursos, deberían tener mayor cantidad de especies. Las evidencias, sin embargo, no son concluyentes. Los ecólogos han constatado en numerosas ocasiones que los ambientes muy productivos, tienen pocas especies: las tierras, los lagos o los ríos sometidos a una intensa fertilización, aumentan su producción, pero disminuyen su diversidad. No hay respuesta convincente todavía. En realidad, la relación entre productividad y diversidad es confusa. La mayor diversidad parece encontrarse en un umbral medio de productividad (Lobo (1993) citado por Cabello et al (1999)).

Una de las causas principales de que la diversidad sea menor en latitudes altas, es probablemente la inestabilidad climática. En latitudes templadas la acusada estacionalidad promueve la diversidad. La cuestión, sin embargo, no está del todo clara. Los ambientes tropicales son más estables y como es bien sabido alojan una gran diversidad. Lo que sucede es que ni todas las inestabilidades generan diversidad, ni los trópicos son tan estables (Lobo (1993) citado por Cabello et al (1999)).

La diversidad se modifica con muchos otros gradientes. Por ejemplo, varía con la altitud y con la profundidad. Las comunidades que viven en las zonas más elevadas de las montañas, están muy aisladas y suelen habitar áreas muy pequeñas. Ello hace que la diversidad disminuya más de lo normal con la altura. Todo parece indicar que el incremento de la diversidad se produce en rangos intermedios. Pero el patrón, nuevamente

no es generalizable. En otras ocasiones la diversidad puede no estar relacionada con las características actuales de un área, sino con las del pasado histórico. Se piensa que cuanto mayor es la edad de una comunidad o un ecosistema, mayor es su diversidad (complejidad y estabilidad) (Cabello et al, 1999).

Por otro lado, Gaston y Lawton (1990) citado por Cabello et al (1999) señalan que en insectos lo más frecuente es una estrecha relación entre abundancia local y rango geográfico. Es decir, una especie localmente abundante, generalmente tiene un amplio rango geográfico. No faltan sin embargo ejemplos en que no es posible establecer relación entre abundancia y rango geográfico.

2.2.2 Distribución y abundancia de las poblaciones

Andrewartha y Birch (1954), señalan que el problema básico de la ecología es establecer las causas de la distribución y la abundancia de los organismos. Cada uno de estos últimos vive en una matriz de espacio y tiempo a la que se puede considerar como una unidad. En consecuencia, estos dos conceptos de abundancia y distribución guardan relación estrecha, aunque a primera vista parecieran ser muy distantes. Krebs (1985) sostiene que los factores que ejercen efectos en la distribución de una especie con frecuencia suelen afectar también su abundancia.

Ravinovich (1982), menciona que en general se distinguen tres tipos de factores biológicos que determinan la abundancia y distribución de las poblaciones relacionables con tres niveles de integración de la materia: dispersión, comportamiento y relaciones interespecíficas y interrelación con otros organismos; los dos primeros en los niveles de individuos y población y la tercera en el nivel de población y comunidad.

Emmel (1975), reporta que la dispersión, además de ser afectada por factores como la inmigración, emigración y migración, es también afectada por barreras ecológicas (hábitats inapropiados, etc.), barreras geográficas mayores (montañas, extensiones acuáticas, etc.), así como por la fragilidad de un organismo (capacidad inherente para el desplazamiento)

Carvajal et al (1996), con el objetivo de identificar y determinar la distribución geográfica de especímenes del complejo de “gorgojo de los Andes” en el altiplano boliviano

realizaron recolecciones de especímenes del complejo de “gorgojo de los Andes” en diferentes estados biológicos, en 24 localidades, comprendiendo un total de ocho provincias. Los especímenes fueron identificados como: *Premnotrypes latithorax*, *Rhigopsidius tucumanus*, *Scoteovorus* sp. y *Listroderes* sp. En cuanto a su distribución geográfica *P. latithorax* se encuentra distribuidos en ocho provincias, *R. tucumanus* en seis provincias, *Scoteovorus* sp. en tres provincias y *Listroderes* sp. en una provincia. Sin embargo solamente *P. latithorax* y *R. tucumanus* son los que causan daño al tubérculo de la papa.

2.2.3 Adaptaciones a la altura:

Neder y Arce (1992) señalan que los factores que actúan en los desiertos de altura como la Puna son entre otros, los siguientes: disminución de la presión atmosférica, hipoxia, alta transparencia en el aire, aridez, incremento en la intensidad de los rayos ultravioletas con marcada insolación y radiación, amplias diferencias en las temperaturas atmosféricas y del suelo y un elevado porcentaje de evaporación. Los vientos son prácticamente constantes, su velocidad actúa contrariamente a la insolación ya que de ello resulta una considerable baja en la temperatura atmosférica. Todos estos factores condicionan la vida, induciendo a los seres vivos a ajustes fisiológicos que se manifiestan en características morfológicas que determinan a su vez, la adaptación al ambiente. Los insectos no escapan a estas especializaciones.

No todos los insectos que se encuentran en las altas montañas pueden ser considerados como típicos de altura. Muchos son llevados desde pisos altitudinales más bajos hasta las altas montañas por acción del viento, llegando a las alturas de manera accidental. Sin embargo, hay otros, verdaderos residentes que se crían y reproducen en las grandes alturas y no se reúnen con los insectos de lugares más bajos. Estas son las verdaderas especies autóctonas de las alturas denominados insectos hipsobiontes o insectos de altura (Mani, 1962, 1968 citado por Neder y Arce, 1992).

En las alturas los insectos generalmente son univoltinos, pero hay especies que requieren dos o tres años para producir una generación (Neder y Arce, 1992).

La predominante falta de vuelo, por reducción o ausencia de alas, la pronunciada geofilia, los hábitos geobiontes, la restricción en el desarrollo y en el movimiento durante el breve verano en las alturas sumada a las condiciones típicas de estos ambientes, son los factores que gobiernan la distribución de insectos (Neder y Arce, 1992).

Las especies de “gorgojo de los Andes” se hallan especialmente adaptadas a condiciones alto andinas del Perú. Normalmente, puede considerarse que su rango de adaptación se encuentra entre 2 500 y 4 000 msnm; sin embargo, no se descarta que pueda adaptarse a niveles más bajos (Yábar, 1994).

2.2.4 Influencia de las sustancias nutritivas

La parte más importante de la dieta animal está integrada por hidratos de carbono, grasa y proteínas. Existe una considerable flexibilidad en el empleo de estos materiales para la obtención de energía, pero por lo menos deben ingerir los animales cierta cantidad de proteínas para el desarrollo y regeneración de los tejidos animales. La escasez de alimentos necesarios para las necesidades energéticas, o las deficiencias en proteínas, otros alimentos menos importantes, o elementos vestigiales necesarios, pueden determinar la limitación del crecimiento, reproducción o distribución de un animal determinado (Clarke, 1963).

El factor alimento limita la extensión geográfica de una manera general o de otra estrechamente específica. Muchos ejemplos sobre la regulación ejercida por los factores nutritivos de la distribución de estos diferentes tipos de organismos cabría aducir aquí, pero quizá los ejemplos más abundantes se encuentran en el mundo de los insectos (Op cit Clarke).

Es importante el conocimiento de hasta qué grado son monófagos los insectos que constituyen plagas de las plantas cultivadas, para la introducción de nuevas especies de cultivo, así como para elegir los procedimientos que deben aplicarse para combatir las plagas (Op cit Clarke).

2.2.5 Relaciones Interespecíficas

En condiciones naturales, la presencia de otros organismos de diferente especie constituye un factor insoslayable y necesario del ambiente. La existencia de otra especie puede ser de importancia decisiva para la obtención de alimento, protección o para satisfacer alguna otra necesidad. Por el contrario, varias clases de animales y vegetales son vecinos indeseables; pero también, en este caso, la presencia de estas especies constituye una influencia más del ambiente. Algunas de las relaciones entre las diferentes especies que pueblan un área determinada son importantes y fácilmente observables, mientras que otras son muy sutiles y solo con dificultad pueden estudiarse. Algunas de estas reacciones constituyen parte integrante de la actuación del complejo ecológico como un todo, en tanto que otros sólo revisten importancia secundaria (Op cit Clarke).

Al intentar delinear los diferentes tipos de relaciones mutuas entre las especies, se comprueba la existencia de una gran complejidad. Se manifiestan todas las gradaciones desde las relaciones vitales y permanentes hasta las gradaciones casuales y puramente temporales. La interdependencia puede existir entre especies de muy diferentes clases y tamaños. Las mutuas relaciones entre dos especies diferentes pueden resultar beneficiosas para ambas partes, perjudiciales para las dos o bien benéficas o perjudiciales para una de ellas e indiferentes para la otra (Op cit Clarke).

Podemos agrupar las relaciones entre las especies en dos categorías principales: 1) simbiosis, en la que una o ambas especies resultan beneficiadas y ninguna perjudicada, como el mutualismo y comensalismo y 2) antagonismo, en cuyo caso una por lo menos de las dos especies resulta perjudicada, como la antibiosis, explotación (incluyendo el parasitismo y la depredación) y competición (Op cit Clarke).

Poblaciones de dos especies pueden interactuar de varias maneras básicas que corresponden a combinaciones (Odum, 1987). En el medio ambiente, las interacciones ocurren cuando un organismo puede añadir o sustraer recursos del ambiente y alterar así su posibilidad para otro organismo. Pero además, los organismos entran realmente en interacción unos con otros cuando los individuos de un modo u otro penetran en la vida de los demás, donde se distinguen cinco categorías principales de interacciones: competencia, predación, parasitismo, mutualismo y detritivorismo (Begon, et al., 1995).

Es difícil encontrar alguna otra especie biológicamente mejor adaptada al cultivo de papa que el “gorgojo de los Andes”. Su biología está tan bien sincronizada al cultivo de papa que no es posible pensar en la sobrevivencia de esta plaga sin aquel (Yábar, 1994). Así por ejemplo, el estado reproductivo que es el adulto, se encuentra sólo durante el desarrollo vegetativo del cultivo alimentándose, lógicamente, del follaje: el estado de alimentación, la larva, se encuentra durante la etapa de tuberización y el estado de transición, la pupa, entre una y otra etapa, vale decir, cuando no hay cultivo en campo. De este modo, cumple una sola generación que coincide perfectamente con el ciclo de producción del cultivo.

Gallegos (1995), en parcelas de agricultores, en la sierra del Ecuador, realizó una investigación con el objetivo de conocer la relación existente entre la población de adultos de *Premnotrypes vorax* al inicio del cultivo con el grado de daño causado en los tubérculos a la cosecha. El muestreo de adultos de *P. vorax* presentes en la etapa comprendida entre los 30 días antes de la siembra hasta los 30 días posteriores y las 40 y 50 días después de la siembra se correlacionaron en forma significativa ($p=0.05$) con el porcentaje de tubérculos dañados a la cosecha, con índices de 0.48, 0.44 y 0.43 respectivamente. La distribución de los adultos entre los tratamientos no presentó variación estadística.

2.2.6 La fluctuación de poblaciones

Margaleff (1982), menciona que el análisis de las fluctuaciones suele comenzar con el estudio estadístico de series de tiempo y de la correlación entre ellas. Generalmente se inicia por el deseo de encontrar periodicidades o de emplear la serie como una suma de funciones periódicas. La fluctuación no es debida a un solo factor que provoca el cambio o la variación en la población, que además puede presentar ciclos aparentes, sino que pueden ser diferentes factores que varían al azar y de manera independiente cada uno de ellos. Un ecosistema alcanza una estabilidad total si dejan de producirse entradas al azar (sequía, inviernos muy fríos, etc.), las cuales tienen a su vez una distribución de probabilidad aproximadamente constante.

Doutt y Debach (1987), mencionan que esta tendencia de las densidades de la población de todas las especies en la misma área general, donde se mantiene una relación numérica mas o menos consistente, debido a interacciones entre cada una y entre los factores físicos

del medio ambiente, se considera como balance de la naturaleza. Este término implica estabilidad en números y es obvio que las poblaciones sufren cambios continuamente, por ejemplo, los insectos pueden ser mucho más abundantes en un año que en otro, o en una temporada que en otra.

Además indican que una sola especie puede tener diferentes promedios de densidad de población (posiciones de equilibrio) en diferentes hábitats, en uno puede ser abundante y en otro escaso; las causas son fundamentalmente por diferencias en la alimentación, refugio, enemigos naturales o factores físicos.

Esprella y Chávez (1996), en dos comunidades de la Provincia de Aroma del departamento de La Paz (Pumani y Kollana) en Bolivia, realizaron estudios sobre la capacidad migratoria del “gorgojo de los Andes”. Para este efecto se realizaron liberaciones de la plaga en parcelas aisladas, además de utilizar como otro componente de evaluación de forma de uso de la tierra en cada una de las comunidades; Pumani ha conservado su estructura originaria (Aynukas y Sayañas), y en Kollana se practica un sistema parcelario intensivo. En las pruebas de estudio sobre la capacidad migratoria del “gorgojo de los Andes”, desarrollados en Pumani y Kollana se determinó que se desplazan 100 metros en un tiempo entre 5 y 15 días, 200 metros entre 7 y 10 días y 300 metros entre 17 y 21 días.

Villano (1996) en la comunidad de Yanacona, distrito de Chinchero, Cusco, realizó un estudio con la finalidad de determinar la época de emergencia de los adultos, la ocurrencia poblacional de larvas y la ocurrencia de la fase invernante. Las evaluaciones fueron realizadas durante todo el año, en forma secuencial, de acuerdo a la biología del insecto y a la fenología del cultivo de papa. Los resultados muestran que el período de emergencia de adultos a la superficie del suelo ocurre de octubre a enero con una duración de 115 días, presentando la mayor incidencia entre noviembre y diciembre para las poblaciones de almacén y campo, respectivamente. La migración de los adultos de las fuentes de infestación hacia los campos de cultivo ocurre durante los meses de noviembre, diciembre y enero. El tiempo de permanencia de los adultos dentro del cultivo se prolonga desde noviembre hacia abril. Existe sincronización entre la aparición de larvas y la tuberización, los daños se inician durante la primera quincena de marzo y se van acentuando hasta la cosecha. Para los estados invernantes determinó que la prepupa se encuentra entre abril hasta agosto, ocurriendo la mayor incidencia poblacional de abril a mayo; para el estado de

pupa se encuentra entre mayo hasta noviembre, ocurriendo la mayor incidencia de julio a agosto; y el estado adulto invernante se encuentra de julio hasta febrero.

2.2.7 La influencia del clima

Es sabido que uno de los factores que influyen en la distribución y abundancia de los insectos es el clima siendo la temperatura uno de los factores físicos importantes (Andrewartha y Birch 1954, Krebs 1978). Son pocos los trabajos realizados acerca de la influencia de la temperatura sobre el desarrollo y la reproducción. El hecho de que “gorgojo de los Andes” esté restringida a América del Sur, induce a pensar que entre otros factores, la temperatura podría ser una limitante para su dispersión hacia otras regiones.

Margaleff (1982), Odum (1987); reportan que las plagas están influenciadas por las condiciones climáticas (temperatura, humedad, lluvia viento, insolación y fotoperiodismo) los cuales determinan la distribución geográfica de los insectos y sus posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades según las características óptimas o marginales para su desarrollo. Los mismos autores sostienen que la variabilidad de la temperatura tiene importancia ecológica; los organismos que están sometidos normalmente a temperaturas variables en la naturaleza tienden a ser deprimidas, inhibidas o aletargadas por las temperaturas constantes.

A su vez sostienen que la temperatura y la humedad tienen importancia general tan grande en los medios terrestres y actúan de una manera estrechamente interrelacionada, que suele considerárseles la parte más significativa del clima. Los efectos de la humedad aparecen inexplicablemente unidos a los de la temperatura, en el estudio experimental de la biología de los insectos la humedad y la temperatura van tan ligados por lo tanto es prácticamente inútil referirse a uno solo de estos factores, sin considerar debidamente el otro.

Ross (1982), señala que cada especie entomológica está especialmente adaptada a vivir en un espacio particular de la comunidad. En cierto sentido, la especie es prisionera de su morada, porque hay varios factores ambientales, como el tiempo atmosférico y la comida que restringen la especie a su tipo y hábitat. Los límites de estos factores dentro de los cuales las especies pueden existir se califican de tolerancia. Tanto la tolerancia ecológica

como la conducta son distintas para cada especie; de aquí que sea importante lograr la exacta identificación de la especie que es objeto de estudio ecológico.

Considera que la mayoría de los estudios concernientes a las especies entomológicas pueden estar comprendidas en las tres categorías siguientes: 1) factores ambientales que determinan donde pueden vivir las especies, 2) reacciones instintivas o tropismos que capaciten a los insectos para encontrar condiciones de vida adecuada, 3) el efecto de las sumas de todos estos factores es la distribución y abundancia de las especies (Op cit Ross).

Los factores ambientales más importantes respecto a la distribución y abundancia de los insectos son: el clima, las condiciones físicas y químicas del medio, alimentos, enemigos y competencia (Op cit Ross).

La temperatura en la vida de los insectos es uno de los factores más críticos, los insectos son animales de sangre fría, de manera que dentro de los límites estrechos las temperaturas de sus cuerpos son las mismas que los del medio ambiente que los rodea. La precipitación no afecta de manera directa a los insectos sino indirectamente por el efecto de las precipitaciones sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo y disponibilidad de alimentos vegetales; las precipitaciones pluviales excesivas pueden infligir a los insectos graves daños físicos, penetrando con fuerza en el suelo (Op cit Ross).

La temperatura y humedad tienen un efecto marcado sobre el desarrollo general y la distribución de especies de insectos. Su acción es crítica sobre los diferentes estados de desarrollo y en épocas diferentes del año. Las temperaturas críticas frías en invierno podrían actuar contra larvas maduras en hibernación mientras que las humedades adversas podrían actuar durante el verano contra los huevos o larvas (Op cit Ross).

Andrewartha (1973), menciona que en la mayoría de climas, y especialmente en regiones de clima templado, muchas especies tienen épocas de reproducción bien definidas y la mayoría de éstas están sujetas a un período limitado para multiplicarse; durante el resto del año, las muertes exceden a los nacimientos y el número desciende. Por tanto, las poblaciones cuyo número viene determinado por el clima tienen como característica una fluctuación más o menos correlacionada con las estaciones. Lo mismo puede ser cierto

para espacios mayores de tiempo, una serie de años favorables puede ser seguida por otra de años desfavorables.

Los artrópodos solo pueden regular su temperatura corporal mediante cambios de comportamiento, pero no tienen la capacidad de hacerlo internamente, por lo que su supervivencia y desarrollo se encuentran críticamente afectados por el clima (Andrewartha y Birch 1954, Krebs 1978).

Bajo condiciones edáficas y climáticas adecuadas las poblaciones de insectos pueden alcanzar un número de individuos lo suficientemente elevado como para ocasionar severas pérdidas económicas. Numerosas especies están incluidas dentro de este grupo. Entre los factores que afectan la dinámica y distribución de insectos se mencionan temperatura, precipitaciones, características edáficas (tipo, textura, temperatura y humedad del suelo), composición de la flora y manejo del hábitat (Andrewartha y Birch 1954, Krebs 1978).

2.2.8 Características adaptativas

Krebs (1985), señala que la adaptación de un organismo a las condiciones ambientales limitantes, está ligada a la evolución de dicho organismo “adaptación evolutiva”. También, Darwin advirtió (con relación a la distribución geográfica) que las especies podían ampliar su distribución mediante una adaptación local respecto a los factores ambientales limitantes como la temperatura, humedad, etc. (Krebs, 1985).

Strong (1964), Señala que en ambientes donde la influencia del hombre es nula, la distribución de una población es muy lenta, y de hecho en el pasado fue así; este tipo de distribución va acompañado de un proceso lento de adaptación y evolución. Si embargo, el accionar del hombre sobre plagas y enfermedades hace que su expansión sea acelerada, causando problemas a los intereses humanos, debido a que el hombre rompió las barreras naturales (barrera cero) de distribución, que de algún modo restringe la dispersión de una especie.

Ramos (1962), manifiesta que los insectos se han podido adaptar a casi todas las condiciones ambientales existentes en la tierra, sin embargo son más abundantes en las regiones tropicales, pero también hay unos pocos habitantes permanentes en la Antártica.

Ross (1982), indica que los insectos representan la culminación del desarrollo evolutivo en las formas terrestres, aprovechando de las ventajas mecánicas de su exoesqueleto que es una base sobre la cual se añaden especializaciones que les han proporcionado todavía más ventajas sobre sus competidores, entre ellas: a) tener una gran área para la inserción interna de los músculos, b) excelente posibilidad para el control de la evaporación especialmente en los animales de cuerpo pequeño y c) casi completa protección de los órganos vitales frente a las “injurias” exteriores.

En el caso de “gorgojo de los Andes”, a sus características biológicas y de comportamiento, una gran capacidad de adaptación a las condiciones en las cuales se desarrolla la agricultura altoandina, además de presentarse condiciones favorables para que esta plaga haya alcanzado rápidamente una dispersión tan amplia que hoy en día se encuentra en todas las zonas productoras de papa (Yábar, 1994).

2.3 ZONAS AGROECOLOGICAS

2.3.1. Clasificación de zonas agroecológicas (PRODASA, 1997).

Pulgar Vidal en 1939 con base en trabajos geo-climáticos definió 8 regiones naturales para el Perú. Para la sierra puneña planteó tres regiones: Suni, Puna y Janca, sin definir claramente sus límites geográficos.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), en 1965 realizó un estudio climático basado en el sistema de clasificación de Thorntwhite. Para la zona de Prioridad 1 del Departamento de Puno, que comprendió parte de las provincias de Puno, San Román, Melgar, Lampa y Azángaro. Desde las orillas del Lago Titicaca hasta la cordillera occidental de los Andes, se definió cuatro subtipos climáticos:

- Subtipo climático "A" o clima de la ribera del Lago Titicaca, ubicado entre el área que bordea al Lago Titicaca y la laguna de Arapa con una extensión correspondiente al 11% del ámbito de sierra. El origen de esta variante es la acción termoreguladora del lago.

- Subtipo climático "B" o "clima de Orurillo - Asillo - Azángaro", que cubre el 3% de la sierra Puneña y donde las ocurrencias de heladas son más o menos intensas. En general, las condiciones ambientales son bastante favorables para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias.
- Subtipo climático "C" o "clima del Altiplano", corresponde al 35% del área. Se dan los extensos pastizales y la oscilación de temperaturas diarias es superior a 10°C, las heladas son frecuentes y constantes. Por la topografía y existencia de pastizales, la ganadería es predominante.
- Subtipo climático "D" o "clima de las Alturas" (52% del área); son las zonas de mayor altura y topografía accidentada con suelos altamente erosionados. En esta zona, no se dan cultivos a excepción de pastos naturales; predominando los camélidos sudamericanos.

En forma similar, el Sistema de clasificación de Zonas de vida natural del mundo, aplicado al Perú (Holdridge, 1984) determina la existencia de seis formaciones ecológicas para la sierra Puneña. Estas ocupan pisos altitudinales a partir de los 3812 m.s.n.m.:

- Bosque Húmedo Montano (BHM) hasta la cota de 4100 m.s.n.m. Esta primera formación ecológica incluye a los subtipos climáticos "A", "B" y "C" catalogados por ONERN (1965), y son áreas con mayor aptitud agropecuaria.
- Monte Muy Húmedo Sub-Alpino (MMHSA) y Monte Húmedo Sub-Alpino (MHSA); el primero ocupa el sector NNO del lago Titicaca en actitudes de 4100 a 4600 m.s.n.m. y el segundo el sector Oeste y Nor-Oeste así como el Sur-Oeste y Sur del lago, con una menor precipitación que el MMHSA.
- Tundra Pluvial Alpina (TPA) y Tundra muy Húmeda Alpina (TmHA). la primera ocupa la parte Nor-Oeste y Oeste del departamento sobre los 4600 hasta los 4800 m.s.n.m. y su clima corresponde al subtipo climático "D" propuesto por ONERN con temperaturas mínimas extremas y reducida precipitación pluvial. La TmHA ocupa la zona norte de la sierra Puneña con actitudes similares a la anterior pero con mayor registro de precipitación.
- Nival (N); con alturas superiores a los 4800 m.s.n.m.. Su clima es permanente gélido y de escasa vegetación.

2.3.2 Relación de clasificaciones propuestas para las zonas agroecológicas

Al relacionar las clasificaciones propuestas se observa coincidencia en la comparación de áreas, características y distribución que ocupan las clasificaciones mencionadas anteriormente. Se observó que las características de las zonas agroecológicas varían de acuerdo a la distancia al lago y al aumento en altitud. Esta, afecta la presión atmosférica y las temperaturas mínimas y sus rangos de oscilación son extremos. La humedad relativa en cambio es mayor en las riberas del lago (80%) y menor en la Puna (60%), al igual que la evaporación. El período libre de heladas es diferente. En el Cuadro 3 se presente las relaciones de la clasificación de ONERN con las zonas agroecológicas consideradas para el Altiplano. Las zonas Circunlacustre y Suni son las más favorables para el desarrollo de la agricultura y de las poblaciones (PRODASA, 1997).

Cuadro 3. Características climáticas de las zonas agroecológicas.

Zona Agroecológica	Altitud m.s.n.m.	Precipitación (mm)	Período libre de heladas	T. Mínima Rango Enero – Julio
Circunlacustre	3,800 - 3,900	700 - 737	150 – 180	5 a -1
Suni	3,830 - 4,500	600 - 850	90 – 145	3.7 a -8
Puna seca	4,000 - 4,800	540 - 600	30 – 60	1 a -16
Puna húmeda	4,200 - 4,300	800 - 1,000	20 – 80	-2 a -20
Quechua	2,300 - 3,500 <	2,000 - 1,200	60 – 110	2 a -8
Selva	2,300	3,400	180 – 270	7 a -1
Cordillera	más de 4,800		30 – 15	< -1

Fuentes: Elaborado por PRODASA (1997) en base a ONERN (1961), Grace (1983) y PISA (1988),

Zona Agroecológica circunlacustre. (Subtipo climático A)

En esta zona el efecto termoregulador del lago Titicaca es la característica más importante. En ella se encuentra la mayor población rural (135 hab/Km²) y se concentra la actividad agrícola, así como el engorde de ganado vacuno (PRODASA, 1997).

Zona Agroecológica Suni (Subtipo climático B)

La presencia de pastizales de buena calidad hace que esta zona sea potencialmente productiva en ganadería extensiva. Asimismo, los suelos tienen aptitud para la producción de papa y quinua. El efecto termoregulador del Lago Titicaca es mínimo. Toda la zona agroecológica Suni está influenciada por la presencia de las subcuencas de los ríos Ayaviri, Azángaro, Pucará, que luego son depositarios del Río Ramis; y la subcuenca del río Ilave. La densidad poblacional es menor a la zona agroecológica circunlacustre (PRODASA, 1997).

Cuadro 4. Ubicación de las zonas agroecológicas y características de sus principales elementos meteorológicos

Zona Agroecol. (ONERN, 1985)	Ubicación	Característica	Presión Atmosférica		Temperatura		Humedad relativa		Horas de sol		Nubosidad		Precipitación (mm)	Evap. Total (mm)
			mb.	época	Mín. Abs.	Amplitud	x	época	Junio	Enero	Junio	Enero		
Circunlacustre (a).	Lago titicaca laguna Arapa (3,835-3,850m).	Acción Termoreguladora del lago	645 634	Dic-Feb. Mar-Nov.	-5°C	20°C	80%	Dic-Feb	280 (*)	230	desp.	5 - 8/8	700	1,935
Suni (b)	Circunlacustre a altas montañas (Azangaro, Orurillo-Asillo)(3,850-3,900 msnm).	Heladas mas o menos intensas. Fuertes precipitaciones.	650 639	Dic-Feb. Mar-Nov.	-5°C (+ 3 Mese s)	23°C	85%	Dic-Feb	294 (*)	245	desp.	5 - 8/8	650	1,310
Altiplano (c)	zonas de pestizales (3,900 - 4,000).	Heladas de fuerte intensidad	674 647	Ene. Ago. Oct-Dic.	-15°C (+3 mese s)	40°C	65%	Dic-Feb	290 (*)	250	desp.	2 - 6/8	800	1,300
Puna (d)	zonas muy altas (+ 4,000 msnm).	Suelos erosionados de escasa vegetación heladas intensas			-20°C	?	60%	Dic-Feb	290	250	desp.	2 - 5/8	600	1,000

Fuente: Elaborado por PRODASA (1997) con base a diferentes autores: ONERN (1965); Grace (1983), Monheim (1965); Morlon (1987); Arze (1966) y Tapia 1988.

(*) En Junio, la radiación solar (intensidad de color de los rayos solares no es la máxima, pues la incidencia de los rayos solares, se presente con un ángulo agudo en comparación a Enero.

Zona Agroecológica del Altiplano (Subtipo climático C)

En esta zona por no tener masas de agua circundantes y por los rangos extremos de temperatura se tiene mayores restricciones para la agricultura. La explotación agrícola se encuentra limitada a áreas abrigadas o protegidas de ladera. Se encuentra una mayor orientación de la producción hacia la ganadería ovina y vacuna. Se da relativa importancia a la explotación de papa amarga, papa dulce (ladera), quinua, kañihua y cebada (PRODASA, 1997).

Zona Agroecológica de Puna (Subtipo climático D)

Puna Seca

Sin aptitud agrícola por las temperaturas mínimas extremas. Supera actitudes de 4100 m.s.n.m. Está ubicada en el flanco occidental de los Andes y a más de 80 Km del Lago Titicaca. La humedad ambiental es baja (60%) y por lo tanto las precipitaciones estacionales son reducidas (PRODASA, 1997).

Puna húmeda

Ubicada en la cordillera oriental de los andes. Tiene influencia de la evapotranspiración de la cuenca amazónica y las precipitaciones pluviales son mayores que en la puna seca. Las principales explotaciones son de ovinos y alpacas. En las laderas, puede producirse cebada y papa amarga (PRODASA, 1997).

2.3.3 El agroecosistema y sus componentes

Un agroecosistema es un sistema artificial que cuenta por lo menos con una población de utilidad agrícola, y su desempeño está regulado por la intervención del hombre; y aunque no son exactamente ecosistemas naturales, todavía pueden considerarse ecosistemas, y los conceptos tales como flujo de energía, ciclaje de materiales, competencia, depredación y otros, son aplicados en su estudio (Hart, 1985).

El campo agrícola es un ecosistema artificial caracterizado por la dominancia de una o algunas especies de plantas (las plantas cultivadas) como resultado de la intervención del hombre, quien no solamente las ha sembrado sino que las protege de otras plantas

competidoras (malezas) y de sus enemigos (plagas y enfermedades). De modo que desde el punto de vista ecológico, las plagas deben considerarse como parte del ecosistema agrícola y participantes de su dinámica (Hart, 1985).

Normalmente, las plantas cultivadas provienen de largos procesos de selección y mejoramiento habiendo adquirido cualidades distintas a las formas silvestres que se caracterizan por su rusticidad. Los cambios en la morfología, fenología, constitución química, y fisiología de las plantas mejoradas están destinadas a satisfacer las exigencias de productividad y calidad del hombre, pero con frecuencia las plantas así mejoradas resultan también más apetecibles y nutritivas para ciertas plagas.

Existen otros cambios favorables para las plagas, como la reducción de la variabilidad genética de la planta cultivada, la uniformidad en los estados de desarrollo de la planta en grandes extensiones (monocultivos) y la utilización de ciertas prácticas como riegos, fertilizaciones y destrucción de malezas.

Aquellas especies de insectos que en su variabilidad adaptativa pueden armonizar su desarrollo con las nuevas condiciones se vuelven numerosas y se convierten en plagas. Si entre las nuevas condiciones está el uso de insecticidas las poblaciones de insectos también pueden desarrollar resistencia a ellos.

Los agroecosistemas son menos complejos que los ecosistemas naturales y por consiguiente menos estables. Aún así, mantienen una serie de interacciones complejas entre sus componentes de modo que cualquier cambio biológico, físico o químico en un componente generalmente afecta a otros componentes del ecosistema.

Los principales componentes del agroecosistema son las plantas, las plagas, los insectos benéficos, las condiciones climáticas, las condiciones del suelo, y las prácticas culturales, incluyendo la aplicación de pesticidas.

2.4 CULTIVO DE PAPA

La papa (*Solanum tuberosum andigenum*) como uno de los cultivos alimenticios de mayor importancia para el hombre, tiene una gran adaptación a diferentes medios ecológicos,

cultivándose desde el nivel del mar hasta los 4200 msnm (Christiansen, 1970; Zanabria y Banegas 1997)

Las condiciones del suelo requeridas son textura franco, franco limoso y franco arcilloso, estructura granular con buen contenido de materia orgánica. Antes de la siembra se hace una preparación previa de terreno (barbecho), luego de la cual se procede a la siembra, que en nuestro medio puede ser entre los meses de octubre a diciembre.

La siembra es en surcos, a un distanciamiento entre surcos de un metro y 20 a 30 centímetros entre plantas; con aplicaciones de fertilizantes en forma balanceada. El número de aporques es en número de dos en cultivares dulces y uno en amargos; el control de plagas y enfermedades están basados principalmente en el uso de productos químicos sintéticos.

2.4.1 Origen y evolución

Luján (2002), considera que la papa cultivada se originó a partir de la especie silvestre *Solanum leptophydes*, y la primera especie domesticada fue *Solanum stenotomun* que actualmente se cultiva en Perú y Bolivia. El área de diversidad de la papa cultivada se encuentra en la región central de los Andes de Bolivia y Perú. Aunque jamás se podrá determinar la verdadera antigüedad de la domesticación de la papa, la polinización natural y la presión selectiva que hicieron sus primeros cultivadores, en la formación de especies cultivadas, son hechos incontrovertibles, y apoyan fuertemente la afirmación del biólogo Inglés John Gregory Hawkes, que este pudo haberse domesticado entre los lagos Titicaca y Poopó.

Redepapa.org (2002) señala que se ha generado mucha controversia y disputa acerca del centro de origen de la papa. Si tomamos en cuenta la hipótesis de Vavilov, que propone que el centro de origen de una planta cultivada puede encontrarse en la región de mayor diversidad (el cultivo estuvo en ese sitio por más tiempo que en ninguna otra parte), entonces se estaría determinando su centro de origen. En consecuencia el centro de origen de la papa se encuentra en el sur del Perú, Bolivia o norte de Argentina.

2.4.2 Importancia de la papa

El cultivo de papa reviste gran importancia dentro de las actividades económicas del departamento de Puno, por ser una de las actividades básicas y cuya producción es el principal sostén alimenticio de la población rural. El 12,1% de la producción Nacional de papa es producido en Puno (397,062 Toneladas); con esta cifra, el departamento en el año 2000 se ubicó en el tercer lugar a nivel nacional en cuanto a volumen de producción de papa. Este cultivo se convierte para Puno, en una actividad muy importante por su predominancia (40.000 ha/año), abarcando alrededor del 25% de su superficie cosechada en campañas agrícolas. Sin embargo, los rendimientos que se obtienen son los más bajos (8,3 t/ha) con relación al promedio nacional (11,3 t/ha), este aspecto se debe principalmente a los fenómenos naturales adversos (sequías, heladas, entre otros), escasez de semillas de buena calidad, irregular presencia de precipitaciones pluviales y el ataque de plagas como el “gorgojo de los Andes” (INEI, 2002). Además, el ataque por parte del “gorgojo de los Andes” en el departamento de Puno el año 2003 ocasionó pérdidas del orden de 50% de la producción total (INIA, 2003).

El cultivo de papa se concentra en el anillo circunlacustre (75 a 80%) favorecido por el efecto termorregulador del lago y otras en menor grado como en la ceja de selva y la zona del altiplano propiamente dicha. Se siembran gran diversidad de variedades tanto nativas (compis, imilla, sutamari, huaca lajra, llujta para, alca imilla, puma maki, pitiquiñas, etc.) como mejoradas (andina, yungay, tomasa condemayta, tahuaqueña, mi Perú, revolución, cica, etc. (INEI, 2002).

2.5 FACTORES SOCIALES

Existen factores sociales que inciden positiva y negativamente en el manejo de “gorgojo de los Andes” en comunidades del departamento de Puno, entre ellas podemos mencionar principalmente a la organización comunal, el movimiento de tubérculos-semilla, la práctica comunal de tecnologías ancestrales y el asistencialismo.

La organización comunal, tradicionalmente, las comunidades alto andinas tienen una serie de estrategias para el manejo y utilización de sus cultivos y recursos naturales (agua, suelo, etc.), las mismas que son eficientes sólo cuando son producto de la organización comunal.

En los casos que esta organización es alterada, o no es respetada, se producen fuertes desfases con el consiguiente incremento de daños por plagas y enfermedades (Yábar, 1994).

Movimiento indiscriminado de semillas infestadas dentro de la comunidad y entre comunidades. Probablemente es una de las causas para la rápida dispersión del “gorgojo de los Andes” consecuentemente encontrar la plaga en todas las zonas productoras de papa, con ligeras diferencias en cuanto al nivel de infestación.

Dentro de las tecnologías tradicionales ancestrales que practican los agricultores en Puno, la estrategia más común es la rotación de cultivos en “Aynocas”; sin embargo, conviene mencionar que en muchas comunidades esta práctica se viene perdiendo debido, sobre todo, a la escasez creciente de tierras y a la intensificación del uso del suelo debido a diferentes innovaciones tecnológicas. Esta práctica se encuentra relacionada íntimamente con el nivel de organización comunal y el daño de “gorgojo de los Andes” se intensifica notoriamente en aquellas comunidades en que este nivel es alterado por la desorganización a nivel comunal o el debilitamiento de la organización comunal.

Otra práctica tradicional destacable es que la papa seleccionada como muy agusanada es empleada para elaborar chuño; sin embargo, debe resaltarse que esto no siempre sirve para eliminar las larvas de gorgojo, por que estas pueden abandonar el tubérculo e ingresar al suelo para empupar. De este modo, aparentemente se están eliminando las larvas de gorgojo por la exposición a temperaturas bajas, pero, en la práctica, se forman nuevos focos de infestación (Yábar, 1994).

Asistencialismo: posiblemente uno de los puntos neurálgicos; algunas instituciones han llevado el asistencialismo a grados extremos, a tal punto que en muchos casos, el agricultor deja de ser el protagonista del proceso productivo para convertirse en intermediario de recetas, fórmulas, paquetes, etc. que, usualmente, no responden a la realidad. Consecuencia de esto es que en ocasiones, el agricultor se vuelve más y más dependiente de la asistencia técnica dejando de lado su papel en la búsqueda de alternativas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

3.1.1 Ubicación del estudio de campo (poblaciones y daños)

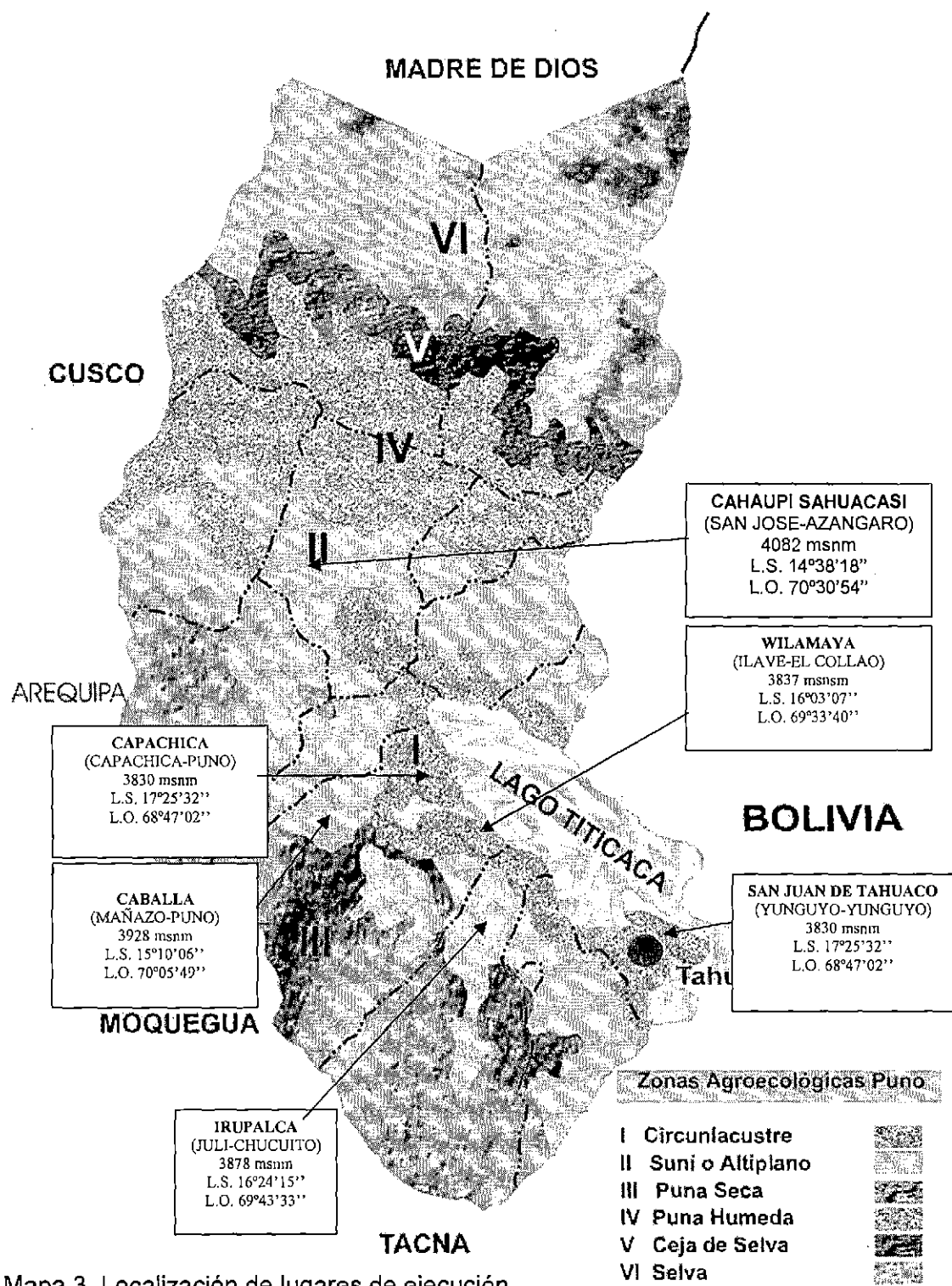
El trabajo de investigación de campo, se realizó en seis lugares del departamento de Puno ubicados tres en la zona agroecológica Circunlacustre y tres en la zona agroecológica Suni como se detalla en el Cuadro 5 y Mapa 3.

Según la ONERN (1965) citado por PRODASA (1997), a la zona agroecológica circunlacustre la definen como Subtipo climático "A" o clima de la ribera del Lago Titicaca, cuyo origen de esta zona es la acción termoreguladora del lago Titicaca por lo tanto su clima es de menor riesgo para la agricultura, la temperatura mínima presentan un rango entre 5 y -1 °C y la precipitación pluvial promedio anual de 700 mm; en esta zona se concentra la actividad agrícola principalmente el cultivo de papa. A la zona agroecológica suni lo definen como el Subtipo climático "B" donde las ocurrencias de heladas son más o menos intensas, temperatura mínima de un rango entre 3.7 a -8 °C y la precipitación pluvial promedio de 650 mm. En general, las condiciones ambientales son bastante favorables para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias, en cultivos el cultivo de papa representa una actividad importante.

Cuadro 5. Ubicación de los lugares de ejecución de campo.

LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	ALTITUD (msnm)	UBICACIÓN GEOGRAF.		ZONA AGROECOL.
				LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	
San JuanTahuaco	Yunguyo	Yunguyo	3 830	17°25'32"	68°47'02"	Circunlacustre
Wilamaya	Ilave	El Collao	3 837	16°03'07"	69°33'40"	Circunlacustre
Capachica	Capachica	Puno	3 860	15°45'22"	70°10'27"	Circunlacustre
Caballa	Mañazo	Puno	3 929	15°10'06"	70°05'49"	Suni
Irupalca	Juli	Chucuito	3 870	16°24'15"	69°43'33"	Suni
Chaupi Sahuacasi	San José	Azangaro	4 082	14°38'18"	70°30'54"	Suni

¡Error!



Mapa 3. Localización de lugares de ejecución HUAYTI.

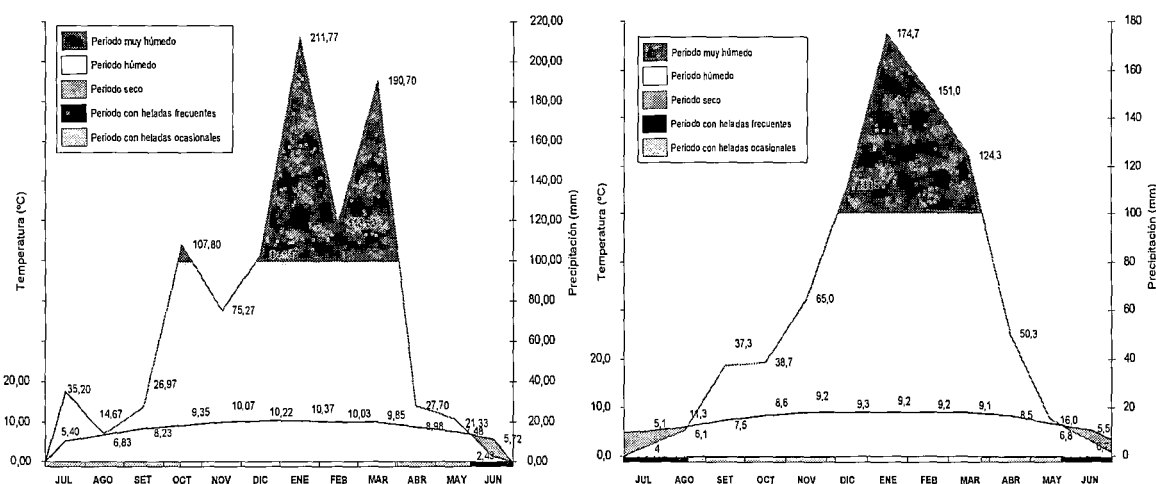
3.1.2 Ubicación de los estudios de laboratorio (crianza e identificación)

La crianza del material biológico y la identificación taxonómica se realizaron en los Laboratorios de Entomología de la Estación Experimental Ilpa del INIA, ubicada en el Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno, a una temperatura promedio 14.2 ± 5.1 durante el periodo del estudio (Foto 1 del Anexo 6).

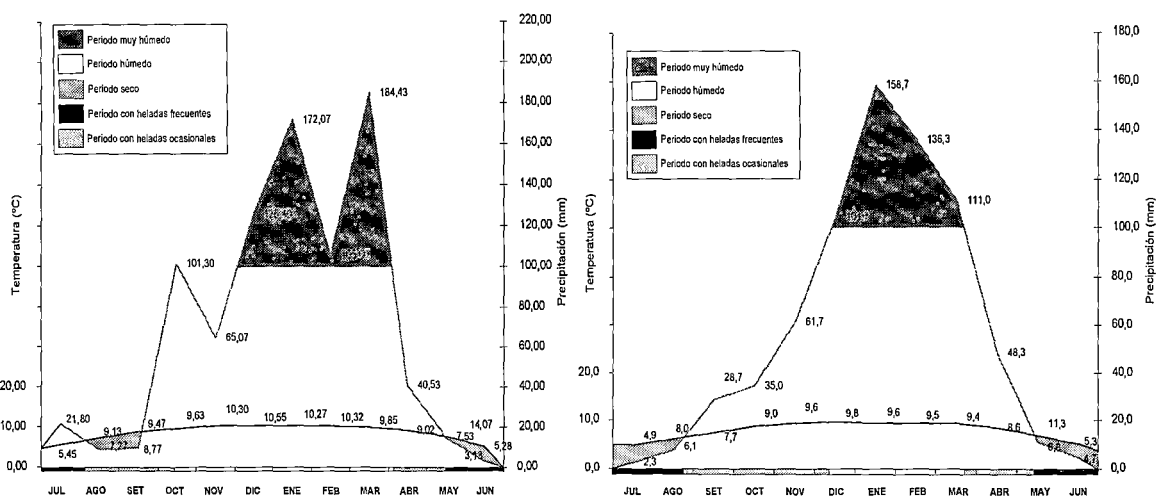
3.2 INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

Los datos de temperatura y precipitación pluvial tanto de la campaña agrícola 2002-2003 como de las normales, que se presentan en el cuadro 1 del Anexo 2, fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Oficina regional de Puno, los mismos que fueron graficados mediante climadiagramas por zona agroecológica y por lugar, como se muestran en los Graf 1 y 2 y en los Graf. 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del Anexo 2. Climadiagramas graficados según el diseño que presenta Walter (1977) citado por Morales (1988).

Como se puede apreciar en todos los graficos, la precipitación pluvial en cada zona y lugar presenta dos picos máximos de precipitación durante la campaña agrícola 2002-2003, comparado con las normales, que varía la humedad ambiental y del suelo y probablemente influya en el desarrollo de las plantas y de los insectos.



Graf. 1. Climadiagramas de la Zona Agroecológica Circunlacustre 2002-2003 y 1960-1990



Graf. 2. Climadiagramas de la Zona Agroecológica Suni 2002-2003 y 1960-1990

3.3 METODOLOGIA

Según los objetivos planteados en el presente estudio, se estudiaron fundamentalmente los aspectos: identificación taxonómica de las especies de “gorgojo de los Andes” más importantes en el cultivo de papa, poblaciones de adultos presentes en el agroecosistema de papa, daños ocasionados por adultos en el follaje y principalmente los daños ocasionados por larvas en tubérculos.

Estos aspectos fueron estudiados en un periodo de dos años: el estudio de poblaciones de adultos y daños en campo fue realizado en un lapso de cinco meses, que incluyó la campaña agrícola 2002-2003, para los estudios de la confirmación de las especies involucradas directamente en los daños en los tubérculos, se realizaron muestreos de tubérculos dañados y con indicios de presencia de larvas, en cada uno de los lugares de ejecución, los que fueron trasladados a laboratorio durante el mes de mayo del 2003 iniciándose la crianza de larvas hasta la obtención de adultos, que ocurrió desde el mes de agosto hasta noviembre del mismo año, cuantificándose los adultos obtenidos por cada especie y los estudios de identificación taxonómica fueron realizados desde noviembre del 2003, una vez obtenidos adultos de la crianza, hasta mayo del 2004.

3.3.1 METODOLOGIA PARA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

Parte de los individuos capturados durante las evaluaciones fueron debidamente montados y etiquetados según la metodología entomológica convencional (Foto 2 del Anexo 6) y conservados en cajas entomológicas tipo schmidt y otra parte fueron preservados en una solución de alcohol al 10% y conservados por especie en frascos de vidrio, previamente rotulados.

Las identificaciones y descripciones de las especies más importantes se realizaron por comparación utilizando para ello un microscopio esteroscópico binocular 100X (Foto 3 del Anexo 6) y usando claves de Kuschel, 1956 (Anexo 1), para géneros de la tribu Premnotrypini y especies de *Premnotrypes* y la clave de Heller, 1935 (Anexo 1); para especies de *Rhigopsidius*.

Para el agrupamiento en morfotipos se consideraron características generales como dimensiones y coloración.

3.3.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE POBLACIONES

3.3.2.1 Material experimental

a) Lugares por zona agroecológica

Se seleccionaron cuatro campos de papa por lugar, seis lugares de ejecución, tres en la zona agroecológica circunlacustre y tres en la zona agroecológica suni. Cada campo de papa, perteneciente a agricultores, fueron de diferentes áreas (1250 m² a 2010 m²), y cultivadas con mezclas de variedades dulces y generalmente fueron variedades nativas. Las diferencias en las áreas fueron por las características de la tenencia de tierra.

b) Metodología de captura de adultos de “gorgojo de los Andes” y controladores biológicos

Para las evaluaciones y capturas de adultos de “gorgojo de los Andes” y controladores biológicos se utilizaron trampas de caída tipo Barber modificadas, que consisten en envases de plástico descartables de un diámetro de 10 cm. y una altura de 20 cm., cada trampa consta de tres botellas descartables, una dentro de otra (Foto 4 del Anexo 6) los cuales fueron enterradas de manera que la boca se encuentre al nivel de la superficie del suelo, a fin de evitar que las trampas se llenen con agua por efecto de las lluvias, se adaptaron a la boca un techo de material de madera de 12 cm. de diámetro, el cual aparenta la forma de un paraguas, siendo separado entre la boca y el techo en un centímetro, de forma tal que se permita solo la entrada de insectos epigeos (Fotos 5 y 6 del Anexo 6).

En cada campo o parcela de papa elegida se colocaron 10 trampas por cada parcela, haciendo un total de 40 trampas por cada lugar. La disposición de estas fue en forma de “W” en toda la parcela como se muestra en la siguiente figura:

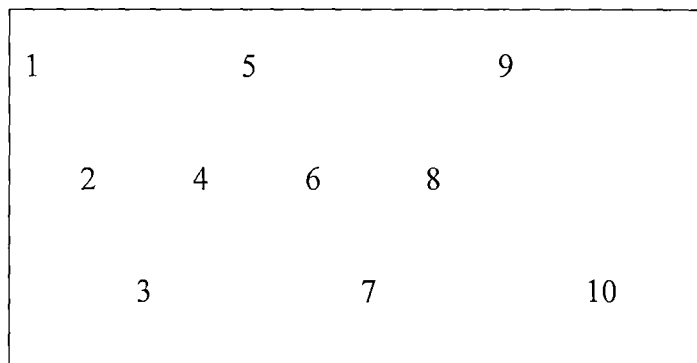


Fig. 1. Disposición de trampas para captura de adultos de “gorgojo de los Andes” y controladores biológicos.

3.3.2.2 Evaluaciones

Las trampas fueron instaladas a la emergencia de plantas, en los primeros días del mes de enero del 2003, las evaluaciones se realizaron cada 15 días hasta antes de la cosecha. En cada evaluación se realizaron conteos y registros del número de individuos de “gorgojo de los Andes” adultos y controladores biológicos caídos en las trampas (Foto 7 del Anexo 6). Para esto, se extrajeron los individuos de cada trampa con la ayuda de pinzas, luego fueron colocados en envases previamente codificados y llevados a laboratorio.

3.3.2.3 Variables de respuesta

Como variables de respuesta se consideraron el número total de adultos de “gorgojo de los Andes” capturados por especie en la totalidad de trampas de cada lugar y en cada zona agroecológica.

Asimismo se consideró porcentualizar la muestra de adultos capturados por especie por trampa por lugar y en cada zona agroecológica.

También se consideró calcular los índices de diversidad y dominancia en las poblaciones observadas de “gorgojo de los Andes” por especie, lugar y zona agroecológica.

Para calcular la diversidad se utilizó el índice de Simpson (Franco et al, 1989), con el fin de comparar la variabilidad de especies

$$D = 1 - 3 p_i^2$$

Donde:

p_i = proporción del número total de individuos de la especie y con respecto al total de individuos capturados.

Índice de diversidad de Shannon:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Donde: $p_i = n_i/N$ y $N = \sum n_i$

n_i : representa el valor de importancia de la clase i y puede evaluarse mediante abundancias, biomásas o intensidades de transferencia de especies endémicas.

Los valores de los índices de Simson y Shanon son expresados en bits, considerando las características y rangos que se mencionan a continuación:

Indice	Característica	Rango
Indice de Simpson	Aumenta a medida que la diversidad disminuye. Un valor bajo significa generalmente la presencia de una especie muy abundante. No le otorga mucho valor a las especies raras de la comunidad.	0 – 1
Indice de Shanon	Trata de medir el orden o desorden de la diversidad de especies dentro de un sistema. Permite realizar comparaciones entre sitios con diferentes comunidades.	1 – 6 (Teóricamente puede ascender hacia el infinito, pero en la práctica no debe exceder de 5)

Fuente: Marn, 2003, Perez-Lopez et al, 1993.

Se calculó un índice de dominancia de especies entre las poblaciones de cada comunidad, para lo cual se utilizó el índice de Berger – Parker (Snodgrass y Stadelbacher, 1989):

$$D = N_{\max} - N_{\text{tot}}$$

Donde:

D = Índice de dominancia

N_{\max} = número en la especie con máxima población

N_{tot} = número total de toda la población

3.3.2.4 Diseño estadístico

Para establecer diferencias de poblaciones entre cada lugar y zona agroecológica, por especies, se utilizó un ANVA – DBCA Anidado, que incluye dos zonas agroecológicas (circunlacustre y suni) y cuatro especies de “gorgojo de los Andes” (las más abundantes), los campos fueron considerados como bloques, haciendo un total de 4 bloques. Además se utilizó la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan.

Para realizar el análisis del diseño de poblaciones y especies fue necesario transformar los datos de contadas a $\sqrt{x+1}$, a fin de aproximarlos hacia una distribución normal.

Complementariamente se realizaron correlaciones entre las variables plaga, temperatura, precipitación pluvial, controladores biológicos.

3.3.3 METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE DAÑOS EN TUBERCULOS

3.3.3.1 Material experimental

a) Lugares por zona agroecológica

Para la determinación de daños, también se consideraron los mismos lugares de ejecución y en las mismas parcelas, en la cosecha se tomaron 10 plantas por parcela y por lo tanto 40 plantas por lugar.

b) Metodología de evaluación

Para las evaluaciones y muestreos de tubérculos se seleccionaron al azar 10 plantas por cada parcela, se cosecharon todos los tubérculos de la planta para luego ser individualizados y codificados en bolsas, haciendo un total de 40 muestras por lugar. Las muestras fueron trasladadas a laboratorio para la determinación de peso de tubérculos dañados, tubérculos sanos y grado de daño por tubérculo.

3.3.3.2 Variable de respuesta

Como variable de respuesta se consideró el índice de daño en tubérculos, por la totalidad de muestras en cada parcela, lugar y zona agroecológica.

El índice de daño (ID) ocasionado por larvas de “gorgojo de los Andes” se calculó ponderando el grado en el que fueron calificados, para lo cual se consideró toda la planta como muestra y utilizando la fórmula de Kaspers siguiente:

$$ID = \frac{N^{\circ} \text{ tub. Grado 1 (1)} + N^{\circ} \text{ tub. Grado 2 (2)} + \dots + N^{\circ} \text{ tub. Grado 5 (5)}}{N^{\circ} \text{ Total tubérculos de la muestra}}$$

La determinación del grado de daño se determinó mediante la escala visual de 1 a 5, reportado por Alcázar (2002), según las siguientes características:

GRADO DE DAÑO	CARACTERÍSTICA DE DAÑO EN TUBERCULO
1	Tubérculo sin daños
2	1-25 % de daños
3	26-50% de daños
4	51-75% de daños
5	76-100% de daños

El grado de daño en tubérculos es ilustrado en la Foto 8 del Anexo 6.

3.3.3.3 Diseño estadístico

De los datos obtenidos del índice daño se determinó las diferencias entre cada lugar y zona agroecológica, utilizándose un ANVA – DBCA Anidado, donde incluye dos zonas agroecológicas (circunlacustre y suni) y seis lugares, los campos fueron considerados como bloques, haciendo un total de cuatro bloques. Además se utilizó la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan. Los análisis se realizaron con datos reales.

Se realizaron correlaciones entre las variables población plaga, índice de daño y rendimiento.

3.3.4 METODOLOGIA DE CRIANZA PARA CONFIRMACION DE ESPECIES

3.3.4.1 Material experimental

a) Lugares por zona agroecológica

Se consideró los mismos cuatro campos de papa por lugar, seis lugares de ejecución, tres en la zona agroecológica circunlacustre y tres en la zona agroecológica suni.

b) Metodología de colección de larvas para la crianza

Parte de los tubérculos dañados evaluados, incluyendo larvas, fueron acondicionados en frascos de crianza (tapers) de 30 x 18 x 10 cm con 3 cm de tierra en el fondo (Foto 9 y 10 del Anexo 6), para facilitar el empupamiento, que previamente fueron rotulados por cada

lugar. Se colectaron cuatro frascos por cada parcela, haciendo un total de 16 frascos por cada lugar.

c) Crianza

Los frascos de crianza fueron trasladados al laboratorio de entomología de la Estación Experimental Illpa del INIA, donde fueron adecuados en estantes de madera para facilitar las evaluaciones.

3.3.4.2 Evaluaciones

Las evaluaciones del desarrollo del “gorgojo de los Andes” fueron realizados quincenalmente, realizando a su vez las adecuaciones de humedad suficiente y limpieza a fin de evitar contaminaciones con otros organismos.

3.3.4.3 Variables de respuesta

Como variables de respuesta se consideraron el número total de “gorgojo de los Andes” adultos capturados por especie por la totalidad de frascos por cada lugar dentro de cada zona agroecológica.

3.3.4.4 Diseño estadístico

Para establecer las diferencias de poblaciones entre cada lugar y zona agroecológica, por especies, se utilizó un ANVA – DBCA Anidado, el que incluye dos zonas agroecológicas (circunlacustre y suni) y se utilizó la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados que a continuación se presentan, se dividieron en cuatro aspectos principales que responden a los objetivos planteados: a) Identificación de especies de “gorgojo de los Andes” más predominantes por zona agroecológica, b) distribución, abundancia y diversidad c) interacciones ecológicas por zona agroecológica y d) daños que ocasionan en tubérculos.

4.1 Identificación y descripción de las especies predominantes de “gorgojo de los Andes” en el cultivo de papa

Durante el periodo de estudio se diferenció un total de 22 morfotipos de adultos de “gorgojo de los Andes”, capturados en campos de cultivo de papa. El cuadro 6, muestra las características más saltantes de los morfotipos, siendo identificadas y caracterizadas detalladamente cinco especies, que son las más abundantes e importantes en cultivo de papa, por los daños que ocasionan: *Premnotrypes solaniperda*, *Rigopsidius piercei*, *R. tucumanus*, *Listroderes punicola* y *P. latithorax* y dos especies fueron identificadas por comparación (*Rhinoncus* sp. y *Amitrus* sp.), los 15 grupos restantes fueron considerados como morfotipos.

Cuadro 6. Principales características morfológicas de especies y morfotipos de “gorgojo de los Andes” (Holotipo hembra).

ESPECIE / MORFOTIPO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	COLOR
<i>Premnotrypes solaniperda</i> (Fotos 11 y 12 Anexo 6)			(Descripción detallada)
<i>Rigopsidius piercei</i> (Fotos 13 y 14 Anexo 6)			(Descripción detallada)
<i>Rigopsidius tucumanus</i> (Fotos 15 y 16 Anexo 6)			(Descripción detallada)
<i>Listroderes punicola</i> (Fotos 17 y 18 Anexo 6)			(Descripción detallada)
<i>Rhinoncus</i> sp. (Fotos 19 y 20 Anexo 6)	8.0	3.5	Negro brillante
<i>Amitrus</i> sp. (Fotos 21 y 22 Anexo 6)	12.2	5.0	Negro brillante franja dorsal blanca
Morfotipo 7 (Fotos 23 y 24 Anexo 6)	10.0	3.9	Negro brillante patas café rojizas
<i>Premnotrypes lathiorax</i> (Fotos 25 y 26 Anexo 6)			(Descripción detallada)
Morfotipo 9 (Fotos 27 y 28 Anexo 6)	7.1	3.0	Plomo oscuro
Morfotipo 10 (Fotos 29 y 30 Anexo 6)	7.0	3.4	Café con franja clara en dorso
Morfotipo 11 (Fotos 31 y 32 Anexo 6)	8.1	3.6	Café claro
Morfotipo 12 (Fotos 33 y 34 Anexo 6)	5.4	2.8	Negro
Morfotipo 13 (Fotos 35 y 36 Anexo 6)	12.5	5.0	Café, tórax negro
Morfotipo 14 (Fotos 37 y 38 Anexo 6)	9.6	4.2	Café claro con manchas en línea
Morfotipo 15 (Fotos 39 y 40 Anexo 6)	5.5	2.4	Negro con franjas claras
Morfotipo 16 (Fotos 41 y 42 Anexo 6)	5.2	2.2	Plomo oscuro, mancha en élitros
Morfotipo 17 (Fotos 43 y 44 Anexo 6)	5.0	2.1	Café
Morfotipo 18 (Fotos 45 y 46 Anexo 6)	5.5	2.2	Café rojizo
Morfotipo 19 (Fotos 47 y 48 Anexo 6)	5.9	2.5	Café oscuro
Morfotipo 20 (Fotos 49 y 50 Anexo 6)	5.8	2.4	Café plomo
Morfotipo 21 (Fotos 51 y 52 Anexo 6)	7.1	2.8	Café con franjas laterales claras
Morfotipo 22 (Fotos 53 y 54 Anexo 6)	2.0	0.9	Negro

***Premnotrypes solaniperda* (Kuschel)**

Frente convexa, escamas se reparten uniformemente y son elípticas, raras veces piliformes, en el centro son muchas veces redondas. Los ojos agudos o subagudos en el ángulo inferior. Rostro con curvatura dorsal suave, los surcos poco manifiestos. Epístoma convexo, caído hacia atrás y hacia los lados muy suavemente, finamente punteado. Las mandíbulas llevan un pequeño diente romo debajo de la pieza caduca, carece de dilatación externa subangulosa.

Protórax 1,2 a 1,4 veces más ancho que largo, proporcionalmente más ancho en la hembra que en el macho. La base con seis tubérculos, siendo los dos del medio pequeños y muy bajos, los otros dos son más altos y bastante más grandes que los del medio, los dos laterales se destacan poco y se presentan como abultamientos, de los tubérculos discales apenas hay indicios; el margen anterior poco reforzado; el punteado es más o menos uniforme en el disco, los puntos muy poco aparentes y bastante superficiales.

Elitros (Fig. 2 a) apenas más anchos que el protórax en el macho, como 1,2 veces más anchos en la hembra; la base un tanto ascendente. Las estrías finas, superficiales, muchas veces apenas visibles en el disco. Las interestrias impares con tubérculos, la III lleva dos tubérculos mayores uno hacia el término del disco y el otro en la parte alta del declive, la V interestría lleva un solo tubérculo mayor que se sitúa entre los de la III de modo que los seis limitan un hexágono de diámetro trasversal mayor; la IX interestría con uno ó dos tubérculos subhumerales; las interestrias pares frecuentemente también con tubérculos, pero menores que los de las impares (Foto 55 del Anexo 6). Tibias anteriores y posteriores en los ángulos distales externos casi siempre sensiblemente dilatados.

Largo: 4,7 - 8,6 mm; ancho: 2,2 - 4,3 mm.

Hembra: VIII esternito de ápice bastante romo y de curvatura inferior fuerte, el surco subapical muy tenue.

Macho: Aedeago con ápice redondeado, muy característico (Fig. 2 b y c)

Observaciones: Se asemeja mucho a primera vista a *latithorax*, es muy variable en el grupo analizado. Esta especie es muy abundante en el altiplano.

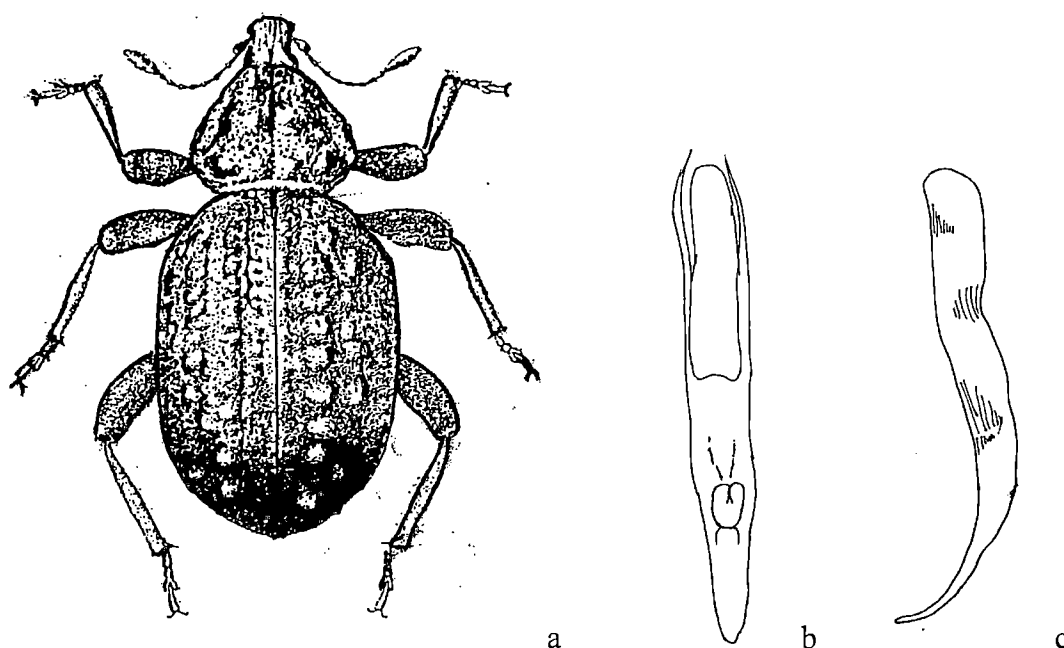


Fig. 2. *Premnotrypes solaniperda* Kuschel. a, Adulto; b y c, aedeago, b, vista ventral; c, vista lateral.

***Premnotrypes latiithorax* (Pierce).**

Especie muy variable en todos sus caracteres aun dentro de la misma población. La característica más saltante, que permite su inmediata identificación, es la presencia de un diente agudo en la mandíbula debajo del nacimiento de la pieza caduca (Fig. 3 b, c).

De color castaño oscuro, antenas y patas algo más claras. Revestido de escamas piliformes muy pequeñas y tupidas, amarillento-terrosas, a menudo bronceadas, que cubren también la parte externa del escapo y de las tibias, el resto de las antenas y los tarsos libres de escamitas; la pubescencia se compone de pelos cortos repartidos por todo el cuerpo, especialmente en los tubérculos. Rostro (Fig. 3 b) con el borde superior notablemente convergente en línea recta, el inferior muy ligeramente divergente; suavemente curvo, con un hoyuelo en la base y un surco bastante profundo a cada lado; la placa nasal elevada y separada del resto del rostro por un surco transversal profundo y liso; mandíbulas con un diente agudo por debajo de la cicatriz de la pieza caduca; mentón pubescente; escroba ampliada hacia atrás el escapo alcanza poco mas allá del borde anterior de los ojos los dos primeros antenitos muy alargados, maza aovado-elíptica; ojos aovados frente un poco elevada por delante de los ojos en forma de cejas. Protórax (Fig. 3 a) 1,5 X mas ancho que

largo, los lóbulos oculares salientes, cubren los ojos en reposo; los costados bruscamente ampliados con una escotadura redonda en el medio, por lo que aparecen los lados como bicallosos; el pronoto tiene a cada lado una impresión bastante profunda y más adelante cerca del medio otra mas suave, a lo largo hay un surco, más visible en la mitad distal; cerca de la base hay un callo grueso a cada lado y otro más bajo poco notorio en el medio. los costados con abundantes puntos gruesos y profundos. Escutelo muy pequeño. Elitros paralelos, del mismo ancho que el protórax, los hombros ampliamente redondeados en la hembra, sumamente leves o nulos en el macho, ápice anchamente redondeado en el macho, un poco aguzado en la hembra, dorso subplano o muy suavemente convexo; las estrías dorsales poco marcadas, las laterales muy bien visibles y paralelas; las interestrías dorsales impares elevadas en forma de tubérculos redondos o alargados, el más grande basal está asentado sobre la V interestría, sobre la cual se encuentra uno grande también al comienzo del declive; la sutura carece de tubérculos o sólo tiene indicios; fémures anillados y poco hinchados, tibias inermes en su lado interno, rectas en ambos sexos.

Hembra: Espermateca fuertemente curvada con un extremo agudo y el otro en forma de zapato y esclerotizada (Fig. 4 a). El VIII esternito presenta, en vista dorsal, un cuerpo triangular de ápice romo y dos ramas laterales dirigidas hacia delante (Fig. 4 b). VIII esternito en vista dorsal sumamente delgado y en forma de flecha con el ápice muy agudo (Fig. 4 c) en vista lateral es algo sinuoso con el ápice aplastado y romo (Fig. 4 d), IX esternito en vista lateral casi tan ancha como largo con ángulos redondeados (Fig. 4 e), en vista ventral casi cuadrado (Fig. 4 f). X esternito dividido en dos hemiesternitos muy largos y finos, como el doble del IX esternito, en vista lateral muestran la base más ancha que el ápice, centralmente se observa como dos filamentos separados (Fig. 4 f). Largo: 4,9 - 8,2 mm; ancho: 2,7 - 4,2 mm.

Macho: Aedeago característico (Fig. 5 a, b, c), con ápice puntiagudo.

Observaciones: Esta especie tiene una gran variabilidad morfológica por ámbito.

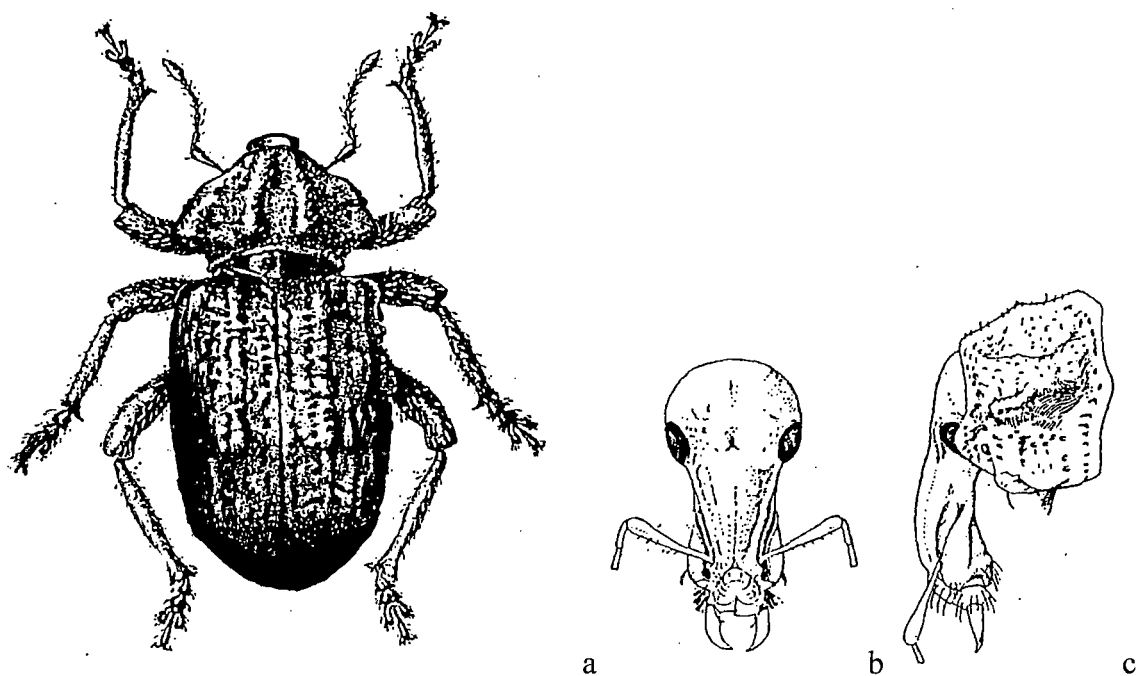


Fig. 3. *Premnotrypes latithorax* (Pierce). a, adulto, vista dorsal; b, rostro, vista frontal; c, torax y cabeza, vista lateral.

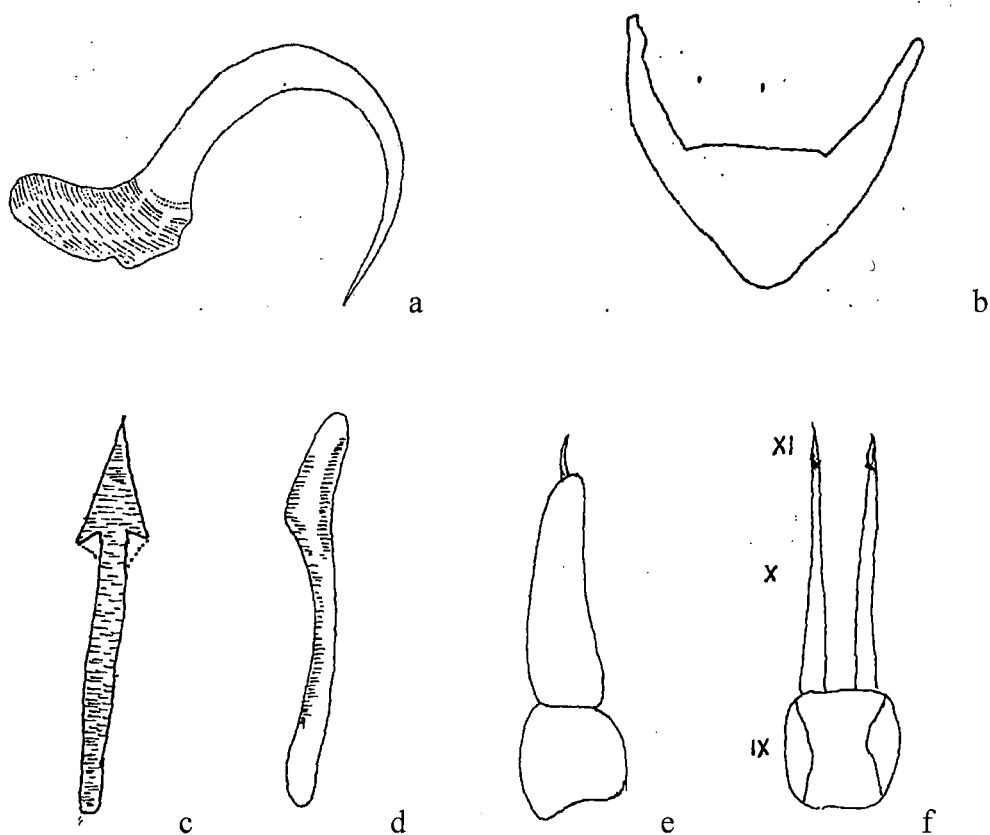


Fig. 4. *P. latithorax*. a, espermateca; b, VII esternito; c y d; VIII esternito: c, vista dorsal; d, vista lateral; e y f; IX, X, XI esternito, e, vista lateral; f, vista ventral.

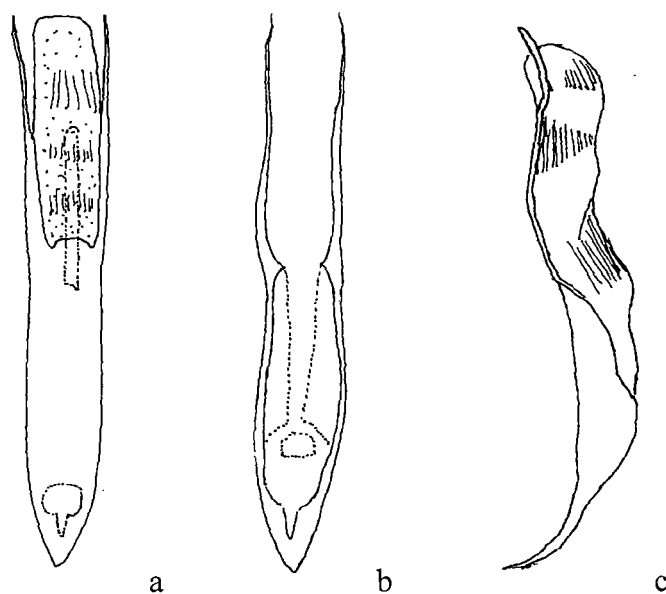


Fig. 5. *P. latithorax*. Aedeago: a, vista dorsal; b, vista ventral; c, vista lateral.

***Listroderes punicola* Kuschel**

Tegumento de tono café oscuro. Escamas grandes, redondeadas, muy tenuemente estriadas, cubren todo el dorso y los costados del protórax y los élitros por entero, son de un color café-oscuro, pero en el pronoto aparece una línea mediana y una en cada borde lateral de color blanquecino, al igual de una línea que nace en los hombros dirigiéndose oblicuamente sobre el dorso para terminar en el primer tercio y de una manchita sobre el callo preapical, en los dos tercios posteriores entre las terceras interestrías se encuentra una manchita en forma de “v” amarillenta interrumpida por la sutura, la cual es también algo mas clara, de cuando en cuando hay algunos grupos de escamas semi erguidas y negras en el dorso eritral; el costado del metasterno también con algunas escamas diseminadas; la pilosidad abundante en el rostro y en la cabeza, la cual se vuelve subescamiforme en la cabeza, frente y en los bordes superiores del rostro; la del protórax y de los élitros breve, muy inclinada hacia atrás, dispuesta en una sola hilera en las interestrías pares, muy imperfecta y escasamente en dos en las impares, las patas abundantemente pubescentes. Escutelo con pelos escamiformes en el declive, con pelos cortos en la parte alta. Elitros subparalelos, todas las interestrías planas, pero la sutura al comienzo del declive y las II y

X interestrías en su porción terminal bastante convexas, la V interestria provista de un callo bien marcado (Fig. 6). Largo: 8,0 mm; ancho: 3,4 mm.

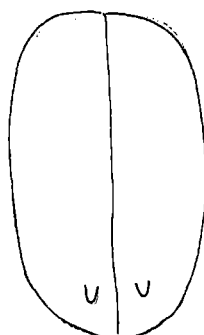


Fig. 6. *Listroderes punicola*. Elitros.

***Rhigopsidius tucumanus* Heller**

Escamas con protuberancias como dedo en el área basal más numeroso y delgado, área distal con ápice redondeado o truncado; escamas del scutellum truncado, ápice irregular. Rostro (Fig. 7 a y b) 1.5 veces mas largo que ancho dorsoventralmente, dos veces tan largo como el pronotum, márgenes subparalelos, dorso con quillas laterales. Maxilas con tres dientes apicales pequeños. Labium con prementum 1.1 veces tan largo como ancho; lígula subcircular, con prolongación, flexible, corta y seta delgada.

Protorax (Fig. 8 a) 1.2 veces más ancho que largo, quillas del disco interrumpido cerca del medio, porción posterior reemplazada por pequeños tubérculos, margen con tubérculo; lados del protorax convergente en la porción posterior y con tubérculo.

Elytro 1.1 veces tan largo como ancho, tubérculo elitral sólo antes del declive apical, margen posterior uniformemente redondeado.

Longitud total (pronotum + élytro). 6.7-8.0 mm.

Macho: Aedeagus (Fig. 9 a y b) con el ápice agudo, apodemes tan largo como el lóbulo medio. Saco interior con escleritos con un par de dedos.

Hembra: (Fig. 9 c) esternito 8° con brazos esclerotizados bifurcados cerca a la base. Hemisternitos con styli en forme de trompeta (Fig 10 a).

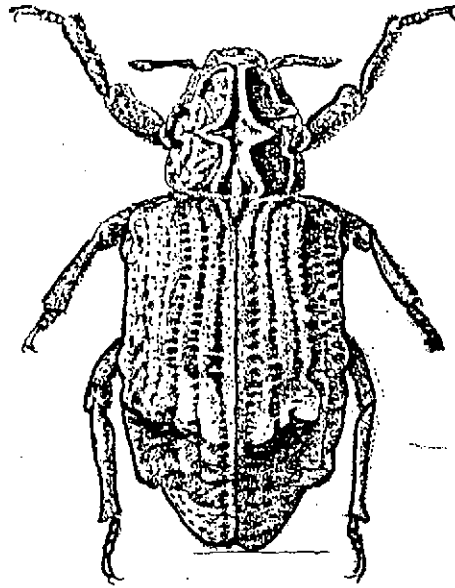


Fig. 11. *Rigopsidius piercei*. Adulto, vista dorsal.

***Rhigopsidius piercei* Heller**

Escamas con protuberancias como dedos esparcidos en el área basal (Fig. 11, área distal afilado-puntiagudo, ápice dentado; Escamas del scutellum con ápice agudo, margen dentado. Rostro (Fig. 7 c y d) 1.2 veces más largo que ancho dorsoventralmente, 2.2 veces tan largo como el protorax, lados convergente hacia el ápice, dorsum medio y lateral con quillas (Fig. 7 c). Labium con el prementurn 0.7 veces tan largo como ancho; lígula alargada, erecta y corta, seta robusto. Antena con primer artejo 3.0 veces más largo que el segundo, maza con el ápice redondeado.

Protorax (Fig. 8 b) 1.1 veces más ancho que largo, quillas laterales del disco alcanzan la base; los lados del protórax subparalelos en la porción posterior, y con el tubérculo prominente.

Elitro 1.3 veces tan ancho como largo, tubérculo elitral antes del declive apical alargado y aovado, margen allanado y afilado hacia el ápice.

Longitud total (pronotum + élitro) 7.5-9.9 mm.

Macho. Aedeagus (Fig. 9 d y e) con ápice redondeado, apodemes más largo que el lóbulo medio, saco interno con un par escleritos como aguja.

Hembra. Esternito 8° (Fig. 9 f) con brazos esclerotizados ligeramente bifurcados hacia el ápice. Hemisternites con el stili ligeramente cóncavo (Fig. 10 b).

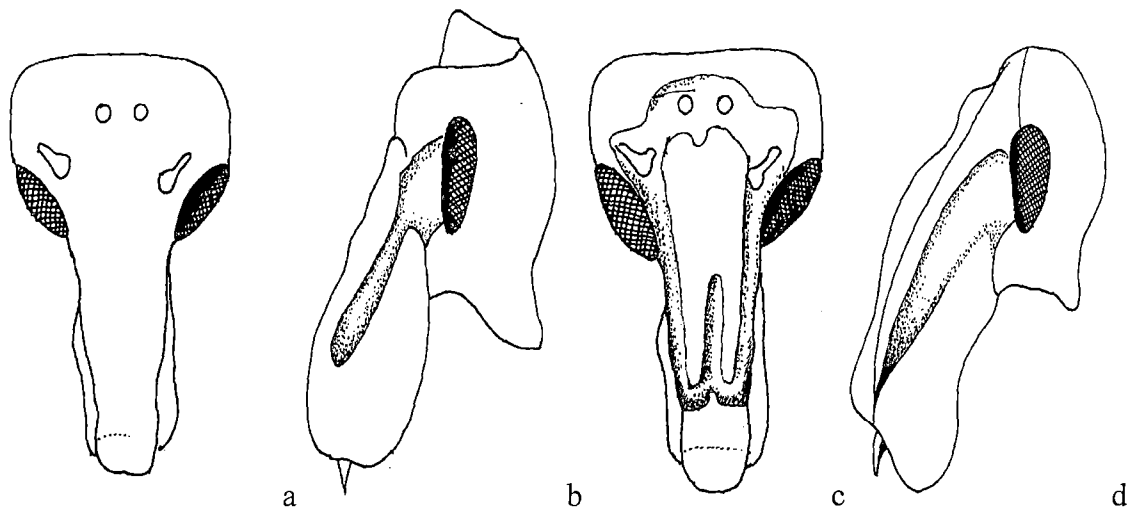


Fig. 7. a, b: *R. tucumanus*; c,d: *R. piercei*. a, c: cabeza vista frontal; b, d: cabeza vista lateral.

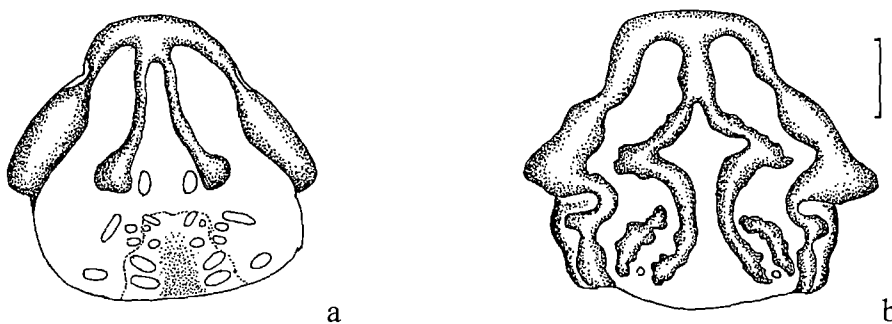


Fig. 8. Pronotum vista dorsal, a: *R. tucumanus*, b: *R. piercei*. Escala = 1 mm

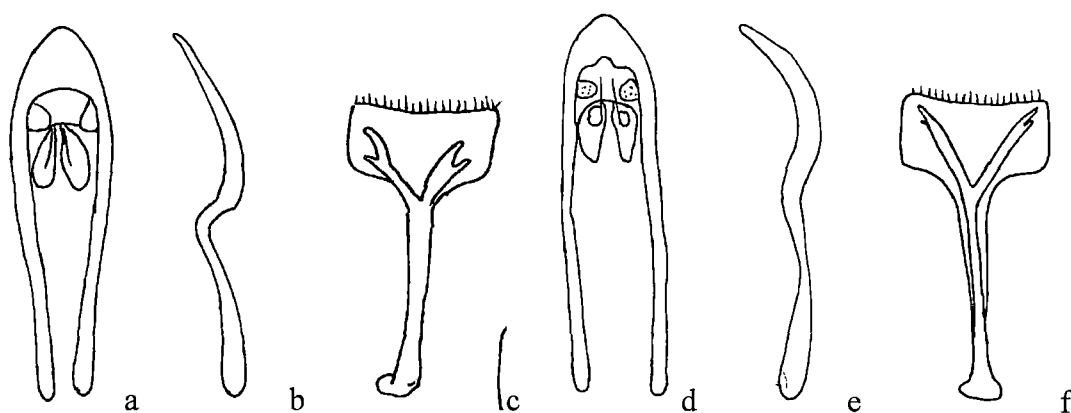


Fig. 9. a, b, c: *R. tucumanus*; d, e, f: *R. piercei*. a, d: aedeagus vista dorsal; b, e: aedeagus vista lateral; c, f: sternum 8° de hembra vista ventral. Escala 1 mm.

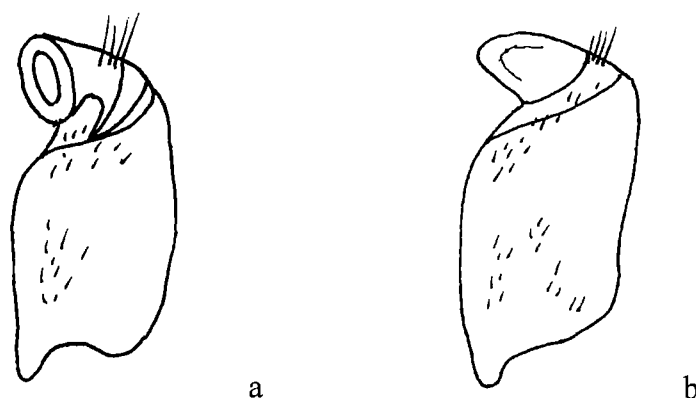


Fig. 10. a: *R. tucumanus*; b: *R. piercei*. a y b: hemitermite vista ventral. Escala = 0.5 mm.

4.2 Determinación de distribución y abundancia

4.2.1 Distribución geográfica

El Mapa 4 muestra la distribución geográfica de especies/morfotipos de “gorgojo de los Andes” en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni, donde se puede ver que, en forma general, las especies/morfotipos se encuentran distribuidos en los seis lugares evaluados de ambas zonas agroecológicas, a excepción del morfotipo 15 que no fue registrado en la zona agroecológica suni (ver cuadro 7).

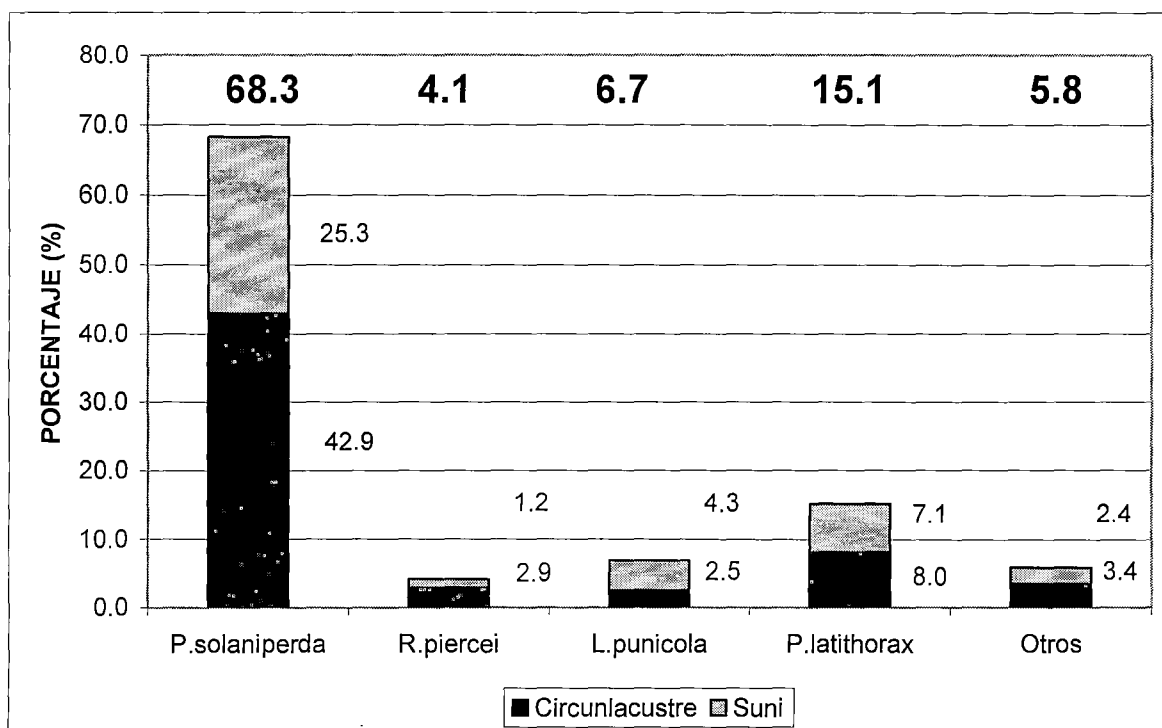
La proporcionalidad en la distribución geográfica no es homogénea en cada zona agroecológica (Graf. 4), se registró mayor proporción en la zona circunlacustre: *P.*

solaniperda (42.9%), *R. piercei* (2.9%), *L. punicola* (2.5%), *P. latihorax* (8.0%), las demás especies y morfotipos (3.4%) y en menor proporción en la zona agroecológica suni: *P. solaniperda* (25.3%), *R. piercei* (1.2%), *L. punicola* (4.3%), *P. latihorax* (7.1%) y las otras especies y morfotipos (2.4%), resultados contrarios a lo reportado por Carvajal et al (1996), que indican que la distribución geográfica de especímenes del complejo de “gorgojo de los Andes” se presentan uniformemente en 24 localidades de 8 provincias del Altiplano boliviano.

Cuadro 7. Distribución y número de especies/morfotipos de “gorgojos” adultos recolectadas por lugar y zona agroecológica.

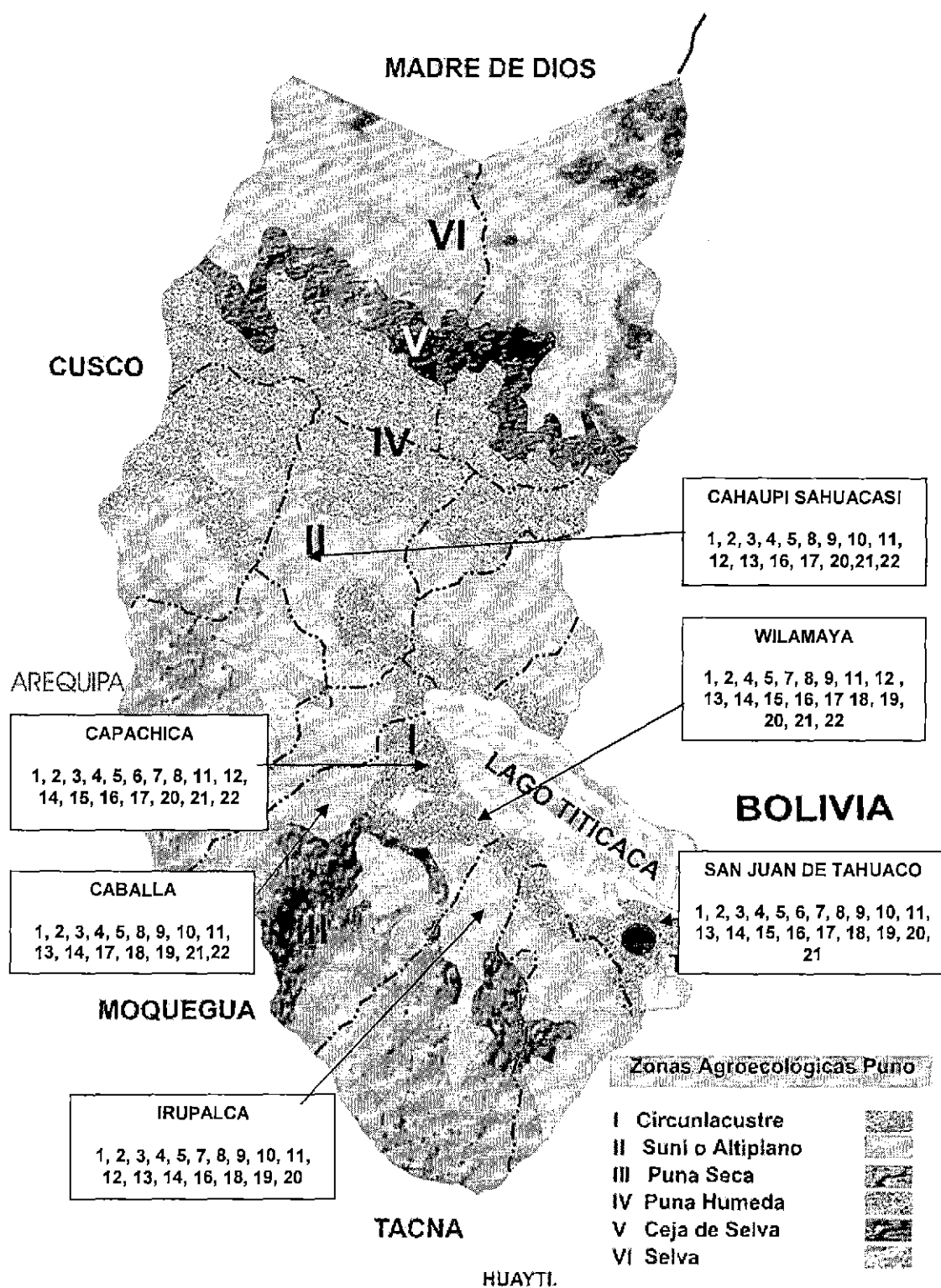
ESPECIE	Z.A. CIRCUNLACUSTRE				Z.A. SUNI			
	TAHUACO	WILAMAYA	CAPACHICA	TOTAL	CABALLA	IRUPALCA	CHAUPI	TOTAL
<i>P. solaniperda</i>	1339	1951	1643	4933	960	979	971	2910
<i>R. piercei</i>	89	165	75	329	58	37	48	143
<i>R. tucumanus</i>	3	0	6	9	11	3	5	19
<i>L. punicola</i>	86	116	80	282	183	111	199	493
<i>Rhinoncus sp</i>	37	26	16	79	7	3	16	26
<i>Amitrus sp</i>	2	0	2	4	1	0	0	1
Morfotipo 7	7	4	11	22	2	8	0	10
<i>P. latithorax</i>	249	420	253	922	191	280	344	815
Morfotipo 9	6	15	0	21	0	9	2	11
Morfotipo 10	9	0	0	9	0	4	4	8
Morfotipo 11	6	26	22	54	29	14	25	68
Morfotipo 12	0	1	7	8	0	6	5	11
Morfotipo 13	11	9	0	20	6	1	6	13
Morfotipo 14	6	12	21	39	26	16	0	42
Morfotipo 15	0	2	1	3	0	0	0	0
Morfotipo 16	7	8	16	31	0	5	10	15
Morfotipo 17	11	15	12	38	8	0	4	12
Morfotipo 18	4	5	0	9	5	1	0	6
Morfotipo 19	7	1	9	17	4	5	0	9
Morfotipo 20	3	6	1	10	0	2	1	3
Morfotipo 21	4	4	8	16	9	0	6	15
Morfotipo 22	0	1	0	1	1	0	2	3
	1886	2787	2183	6856	1501	1484	1648	4633

Fuente: Elaborado por el autor



Graf. 3. Distribución porcentual de especies de “gorgojo de los Andes” por zona agroecológica.

Las especies más comunes y “endémicas” (Graf. 3) lo constituyen *P. solaniperda* (68.3%), *P. latithorax* (15.1%), *L. punicola* (6.7%), *R. piercei* (4.1%). Las demás especies y morfotipos 5.8%, aparentemente carecen de importancia para el cultivo de papa. Diríamos más bien que estos, por las bajas poblaciones registradas, no muestran los daños directos en la planta y que necesitan ser estudiadas con mayor exactitud.



Leyenda:

1 = <i>Premnotrypes solaniperda</i>	9 = Morfotipo 9	17 = Morfotipo 17
2 = <i>Rigopsidius piercei</i>	10 = Morfotipo 10	18 = Morfotipo 18
3 = <i>Rigopsidius tucumanus</i>	11 = Morfotipo 11	19 = Morfotipo 19
4 = <i>Listroderes punicola</i>	12 = Morfotipo 12	20 = Morfotipo 20
5 = <i>Rhinoncus sp.</i>	13 = Morfotipo 13	21 = Morfotipo 21
6 = <i>Amitrus sp.</i>	14 = Morfotipo 14	22 = Morfotipo 22
7 = Morfotipo 7	15 = Morfotipo 15	
8 = <i>Premnotrypes latithorax</i>	16 = Morfotipo 16	

Mapa 4. Distribución de "gorgojo de los Andes" en el departamento de Puno

4.2.2 Determinación de abundancia

De los 11489 ejemplares capturados en trampas de caída, entre enero y abril del 2003, las especies “comunes” (*P. solaniperda*, *P. latithorax*, *L. punicola* y *R. piercei*) constituyen el 94.2% de abundancia y las 18 especies/morfotipos denominadas “raras” solo 5.8% que probablemente no tengan en realidad ninguna relación con el cultivo. Existe la probabilidad de que la especie *L. punicola* y las especies/morfotipos raros solo hayan estado migrando a otros campos de cultivos u otra vegetación natural donde cumplirían alguna función ecológica. Coincidiendo con lo que indica Iglesias (1988) citado por Flos (1995) que en la abundancia y distribución de individuos en especies la única ley aplicable es que hay muchos individuos de pocas especies y muchas especies con muy pocos individuos. Es muy probable que este tipo de relación especies/abundancia, se dé siempre que los elementos del sistema interaccionen y compiten por recursos limitados (Cabello et al 1999).

Luego de realizado el análisis de varianza (ANVA), en el cuadro 8 y cuadros 1 y 2 del Anexo 3, se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre las cantidades promedios de adultos capturados por trampa, 57.1 adultos en la zona agroecológica circunlacustre y 38.6 adultos y la zona agroecológica suni. El complejo “gorgojo de los Andes”, como otras plagas, requiere de condiciones y recursos para poder distribuirse y abundar, condiciones que son analizadas en el acápite de interacciones ecológicas.

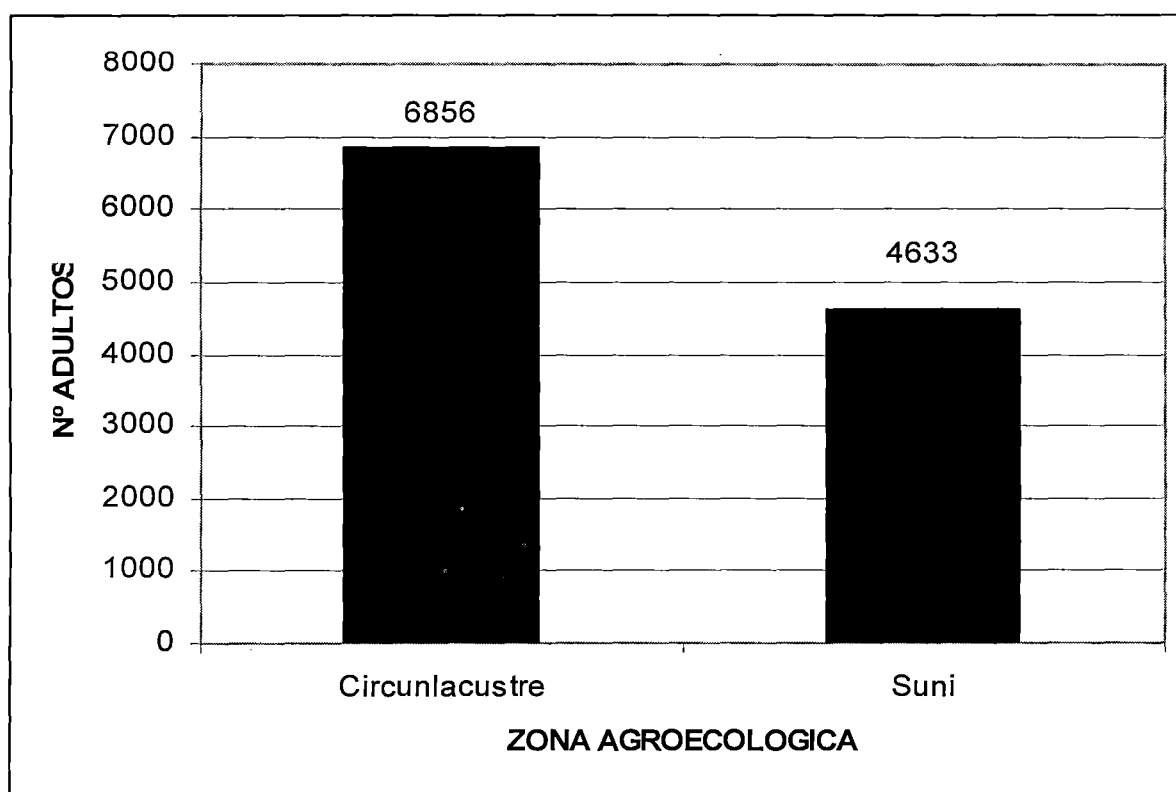
Cuadro 8. Promedios de adultos totales por trampa por zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.

Zona Agroecológica	DATOS REALES	P ≤ 0.05
Circunlacustre	57.133	a
Suni	38.608	b

El Graf. 4 muestra el total de adultos de “gorgojo de los Andes” capturados, se puede apreciar una diferenciación muy marcada en abundancia, del total de adultos capturados en ambas zonas, se registraron 6856 adultos en la zona agroecológica circunlacustre y de 4633 adultos en la zona agroecológica suni, existiendo una diferencia de 2223 adultos entre ambas zonas, que corresponde a 19.8% de la población total. Probablemente esta

diferencia esté relacionada a las características físicas y biológicas que presentan cada zona.

Considerando que la evaluación de captura en trampas de caída fue quincenalmente, la estimación promedio de caída de adultos por trampa corresponde a 3.8 adultos por día en la zona agroecológica circunlacustre y de 2.5 adultos en la zona agroecológica suni, que en realidad son muy diferentes de acuerdo a la fluctuación poblacional que ocurre en la campaña agrícola.

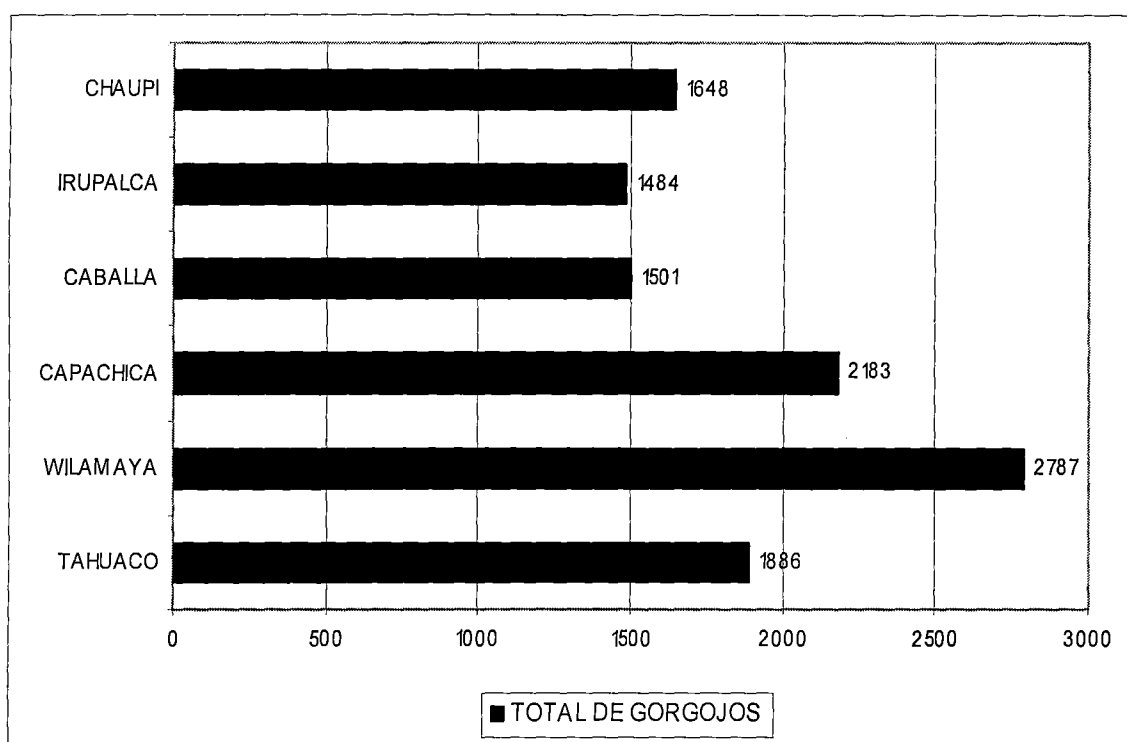


Graf. 4. Número de adultos de “gorgojo de los Andes” capturados por zona agroecológica.

El Cuadro 9, cuadros 1 y 4 del Anexo 3 y Graf. 5, evidencia diferencia estadística significativa entre promedios totales por trampa de “gorgojos” adultos capturados entre cada uno de los lugares, resultando que las mayores capturas fueron registradas en la comunidad de Wilamaya (69.675 adultos) seguidos de Capachica (54.575 adultos) y San Juan de Tahuaco (47.15 adultos) las tres ubicadas en la zona agroecológica circunlacustre, los promedios registrados en las comunidades de la zona agroecológica suni fueron de Chaupi Sahuacasi (41.2 adultos), Irupalca (37.1 adultos) y Caballa (37.525 adultos).

Cuadro 9. Promedios de adultos totales por trampa por lugar. Campaña agrícola 2002-2003.

Lugar	DATOS REALES	P ≤ 0.05
Wilamaya	69.675	a
Capachica	54.575	b
S.J. Tahuaco	47.150	c
Chaupi Sahuacasi	41.200	d
Irupalca	37.100	e
Caballa	37.525	f



Graf. 5. Número total de “gorgojos” adultos recolectados en los lugares de estudio.

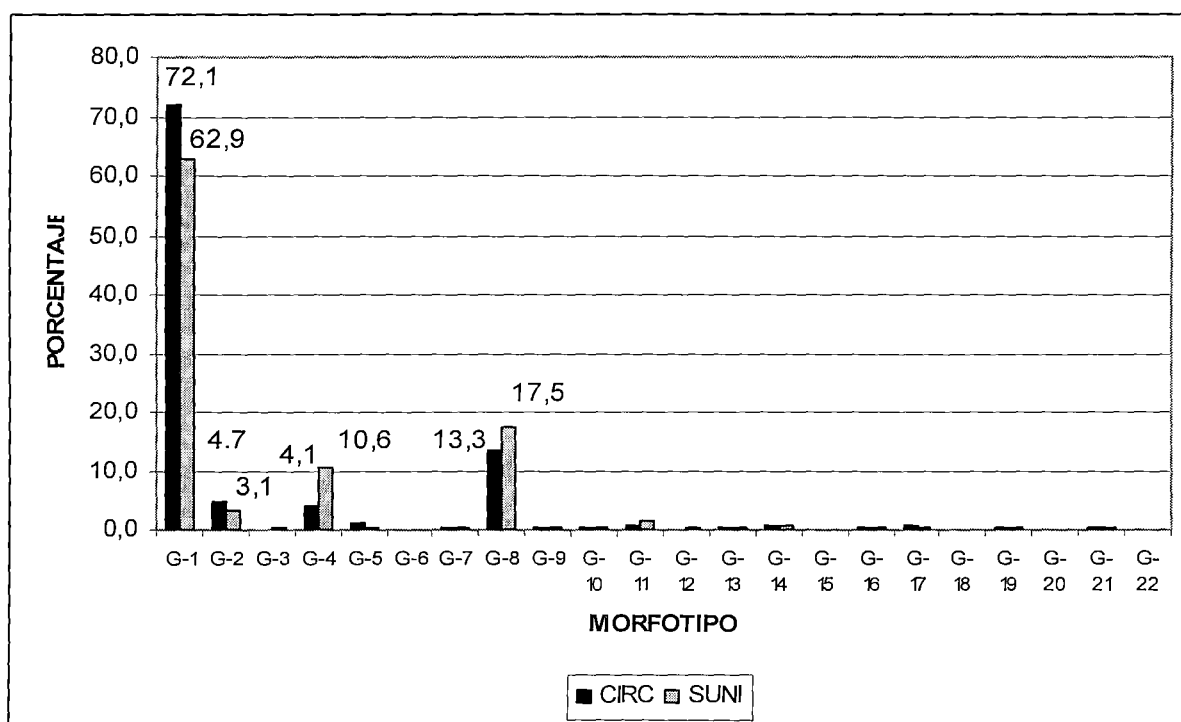
Respecto a especies de “gorgojo de los Andes” predominantes en cultivo de papa, se realizaron los ANVAs y verificado con la prueba de Duncan (cuadro 10 y cuadros 1 y 2 del Anexo 4), se ha podido dilucidar las diferencias entre las zonas agroecológicas, se determinó que en abundancia de especies más predominantes, existe diferencias altamente significativas. Estos análisis nos muestran que también en las dos zonas agroecológicas y debido a algún efecto condicionante, hace que se presenten diferencias de poblaciones, siendo mayor el promedio de adultos por trampa en la zona circunlacustre (13.47 adultos) y menor en la zona suni (9.04 adultos).

Cuadro 10. Promedios de adultos predominantes por trampa por zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.

Zona Agroecológica	DATOS REALES	P ≤ 0.05
Circunlacustre	13.4708	a
Suni	9.0438	b

En los promedios porcentuales de especies/morfotipos por cada zona agroecológica (Graf. 6), las especies comunes como *P. solaniperda* representa el 72.1% en la zona circunlacustre y 62.9% en la zona suni, existiendo una diferencia de 9.2% a favor de la zona circunlacustre. *P. latithorax* registró el 13.3% en la zona circunlacustre y 17.5% en la zona suni; que es lo contrario al anterior donde la población de esta especie es 4.2% mayor.

En el mismo gráfico se puede apreciar que *L. punicola* registró 4.1% en la zona circunlacustre y 10.6% en la zona suni, existiendo una diferencia mayor en 6.5% en la zona suni. *R. piercei* presenta 4.7% de la población en la zona circunlacustre y 3.1 en la zona suni. Cervantes (2003), menciona la presencia de esta plaga solo en la zona circunlacustre. Este porcentaje de 3.1 en la zona suni evidencia un riesgo para el cultivo de papa en todo el altiplano peruano.



Graf. 6. Porcentaje de especies/morfotipos de "gorgojos" adultos capturados por zona agroecológica en estudio.

El análisis estadístico de las poblaciones de adultos de “gorgojos” más frecuentes por trampa en los lugares en estudio, nos demuestra que efectivamente las diferencias son altamente significativas para las 4 especies (cuadro 11, cuadros 1 y 4 del Anexo 4). Wilamaya constituye el lugar con mayor captura de especies de “gorgojos” predominantes en el cultivo de papa (16.58 adultos) y las menores capturas en Irupalca (8.7 adultos). Diferencias en poblaciones que probablemente, al margen de las condiciones físicas y biológicas, estén condicionadas y favorecidas por los sistemas de producción de cultivos, en Wilamaya se tiene una cedula con rotación de papa-quinua-cereal-leguminosa y principalmente que se tiene una microparcelación bien acentuada, condición que facilita la dispersión y reproducción de “gorgojo de los Andes”, mientras que en Irupalca la rotación es papa-quinua-cereal-descanso y las parcelas son más grandes al igual que en las mayoría de comunidades que se encuentran en la zona agroecológica suni se cultivan mediante el sistema comunitario organizado de “aynokas” que permite un mejor manejo de los recursos bióticos en la producción de cultivos.

Cuadro 11. Promedios de adultos de “gorgojo de los Andes” por trampa por lugar dentro de zona agroecológica. Campaña agrícola 2002-2003.

Lugar	DATOS REALES	$P \leq 0.05$
Wilamaya	16.5750	a
Capachica	12.8187	a b
San Juan de Tahuaco	11.0187	a b
Chaupi Sahuacasi	9.7437	b
Caballa	8.7000	b
Irupalca	8.6875	b

El cuadro 12 y los cuadros 1 y 3 del Anexo 4; muestran los promedios por trampa de las especies más predominantes en el cultivo de papa en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni. *P. solaniperda* muestra diferencia estadística altamente significativa en relación a las demás especies comunes aunque también *P. lathitorax*, *L. punicola* y *R. piercei* son diferentes entre sí.

Cuadro 12. Promedios de especies de “gorgojos” adultos más predominantes en cultivo de papa. Campaña agrícola 2002-2003.

Especie de gorgojo	DATOS REALES	$P \leq 0.05$
Premnotrypes solaniperda	32.679	a
Premnotrypes latithorax	7.154	b
Listroderes punicola	3.229	c
Rigopsidius piercei	1.967	d

4.3 Diversidad

La diversidad como medida de la heterogeneidad del sistema, se puede expresar por medio de índices de diversidad (Margalef, 1956, Ravinovich (1982)) y son identificables, y pueden ser contadas o valoradas (Cabello et al, 1999, Krebs (1985)). El número de especies dentro del concepto de diversidad de especies se le denomina riqueza de especies, y uniformidad, en que medida las especies son abundantes (Krebs, 1985, Franja, 1993).

Las dos zonas agroecológicas consideradas, poseen características climáticas, fisiográficas y vegetacionales diferentes, tal es así los cultivos difieren en cada zona.

Los cálculos de los parámetros de diversidad de especies/morfotipos de “gorgojo de los Andes” por zona agroecológica se presentan en el cuadro 13: la zona agroecológica circunlacustre presenta una riqueza de 22 especies/morfotipos y una uniformidad de 0.3528 que expresa uniformidad media, el índice de Simpson (0.54) indica alta diversidad y el índice de Shannon (1.0906) nos indica que todos los especies/morfotipos no se presentan en una misma proporción. La zona agroecológica suni muestra una riqueza de 21 especies/morfotipos y una uniformidad de 0.4118 y el índice de Simpson (0.438) nos indica que también existe una alta diversidad, aunque, por la mayor uniformidad es relativamente mayor que en la zona agroecológica circunlacustre y el índice de Shannon (1.2538), al igual que la zona circunlacustre expresa que todos los especies/morfotipos no se presentan en una misma proporción, pero es relativamente mayor que la zona agroecológica circunlacustre.

La zona agroecológica suni posee relativamente mayor diversidad, comparada con la circunlacustre. Sin embargo, el índice de Simpson, nos evidencia que esta diferencia es mínima; la abrumadora abundancia de unas cuantas especies no permitió revelar valores más precisos de estos índices. Además, esta diferencia no solo específica, sino también numérica de las poblaciones, podría atribuirse a que este es un ecosistema mucho más abierto, es una extensa pampa que permite una mayor actividad errante, una dispersión más fluida y un intercambio y movimiento constante de poblaciones de especies/morfotipos, reflejada en una mayor captura y una mayor diversidad. Contrariamente, en la zona circunlacustre es una zona cerrada orográficamente, cuyos cultivos son más diversos; sin embargo sus condiciones climáticas son más favorables. Consideramos que el factor fisiográfico y topográfico también es crucial para la abundancia y distribución de las poblaciones de “gorgojo de los Andes”.

Esta elevada diversidad, pone de manifiesto que existen condiciones favorables del medio, por lo que se instalaron muchas especies, también implica mayor estabilidad y que ha transcurrido tiempo suficiente para que se instalen. Según Cerron y Santiesteban (2001), la formación de los andes causó una diversificación de las especies y Kuschel (1965) la composición y distribución de coleópteros están en función a la situación geográfica, climática y ecológica del pasado, y por la predominancia de especies de gorgojos, corroboran a la deducción de que “gorgojo de los Andes” se originó en los Andes del Altiplano peruano-boliviano y de allí se habría dispersado hacia el norte y sur de los andes, por la poca diversidad de especies en los extremos, *Premnotrypes vorax* en el norte y *Rigopsidius spp* en el sur. Coincidiendo también con Henning (1968), que indica que los miembros más primitivos de un taxón se encuentran más próximos al centro de origen que las especies más derivadas.

Cuadro 13. Resultados de parámetros de diversidad por zona agroecológica y en total.

PARÁMETRO	ZONA AGROECOLOGICA	
	Circunlacustre	Suni
Número de individuos (N)	6856	4633
Riqueza de especies (S)	22	21
Uniformidad (\hat{E})	0,3528	0,4118
Índice de Simpson (D _{Sp})	0,5400	0,4380
Índice de Shannon (H')	1,0906	1,2538

Fuente: Elaborado por el autor

La riqueza de especies/morfotipos, en los lugares de ejecución del estudio se encuentran entre 16 (Caballa) y 19 (San Juan de Tahuaco y Wilamaya), la uniformidad es mayor en las comunidades de la zona agroecológica suni y están en un rango entre 0.4 a 0.46 y menor en las comunidades de la zona agroecológica circunlacustre que presentan un rango entre 0.36 a 0.38. Aún cuando existe una relativa diferencia entre lugares dentro de las zonas agroecológicas, en general todos los lugares presentan media uniformidad.

Los índices de Simpson para los diferentes lugares del estudio se encuentran entre 0.40 (Chaupi Sahuacasi) y 0.58 (Capachica), rango que indica que en todos los lugares existe alta diversidad de especies/morfotipos del complejo de “gorgojo de los Andes” en cultivo de papa. Los índices de Shannon obtenidos en el análisis se encuentran entre 1.0 (Capachica) y 1.27 (Caballa) que expresan que los especies/morfotipos se presentan en forma desproporcional en todos los lugares en estudio (cuadro 14).

Cuadro 14. Resultados de parámetros de diversidad por lugar

PARÁMETRO	Tahuaco	Wilamaya	Capachica	Caballa	Irupalca	Chaupi
Número de individuos (N)	1886	2787	2183	1501	1484	1648
Riqueza de especies (S)	19	19	17	16	17	16
Uniformidad (É)	0,38348	0,3715	0,35656	0,4588	0,405	0,45538
Índice de Simpson (DSp)	0,5261	0,51811	0,58263	0,44208	0,477	0,40622
Índice de Shannon (H')	1,12912	1,09385	1,01022	1,27206	1,14744	1,26257

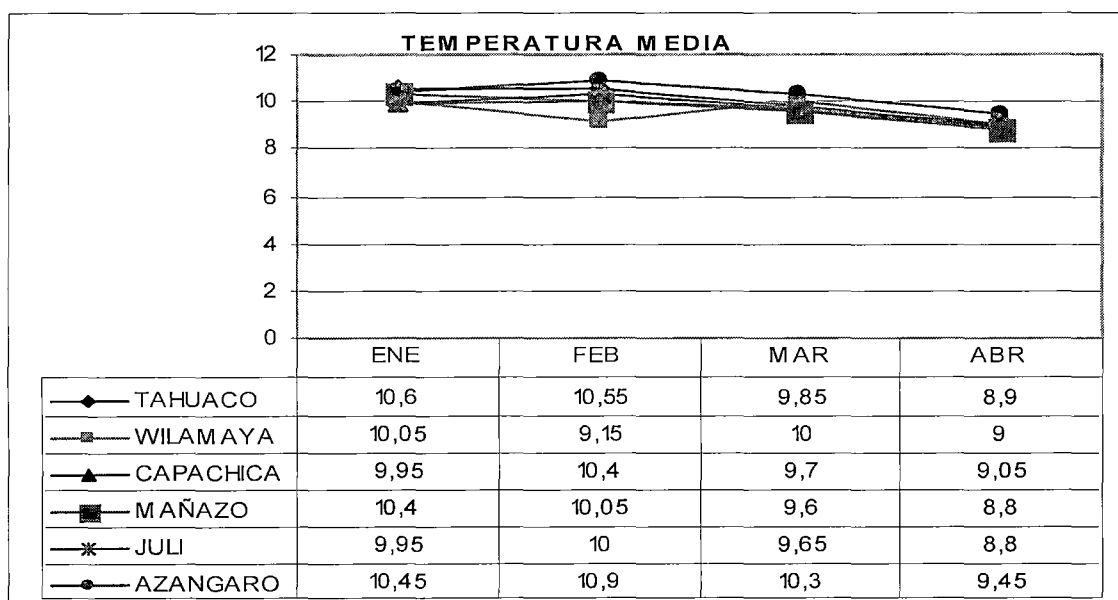
Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos en el trabajo sobre diversidad del complejo “gorgojo de los Andes” no es posible interpretar cuál es la contribución diferencial de cada una de ellas en cada momento y lugar, como indican Cabello et al (1999), ningún factor por sí solo, es capaz de explicar las causas de diversidad en una región, siendo difícil la agrupación de estos factores en conjuntos razonablemente homogéneos.

El índice de dominancia de Berger-Parker nos indica un predominio muy notorio de *P. solaniperda* en todos los lugares en estudio, aunque también podría considerarse además a *P. lathitorax* *L. punicola* y *R. piercei* como dominantes, por la frecuencia que se presentan en comparación con el resto de especies/morfotipos.

4.3.4 Interacciones ecológicas

Es sabido que uno de los factores que influyen en la distribución y abundancia de los insectos es el clima y dentro de éste, la temperatura es uno de los más importantes (Andrewartha y Birch 1954, Krebs 1978). El hecho de que “gorgojo de los Andes” esté restringido a América del Sur, induce a pensar que entre otros factores, la temperatura podría ser una limitante para su dispersión hacia otras regiones.



Graf. 7. Temperatura media por lugar. 2003

Los valores de temperatura entre los lugares son muy similares, hecho que permiten observar que todas las especies del complejo “gorgojo de los Andes”, principalmente *P. solaniperda* y *P. latithorax* desarrollan en diferentes proporciones en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni donde la temperatura promedio mensual, entre los meses de evaluación de poblaciones, se encuentra entre 1.7°C y 16.5°C correspondiente a las temperaturas mínimas y máximas respectivamente.

Rigopsidius desarrolla en el Altiplano sin ningún problema, en consecuencia la temperatura que se presenta en ambas zonas no limita el desarrollo de esta especie, esta afirmación es corroborada por Zanabria et al (1997) quienes indican que *Rigopsidius* es más dañino y voraz que otras especies en las condiciones del Altiplano y que además puede resistir

temperaturas extremas de -20°C e incluso sumergidas en agua, cuando se encuentran en el estado invernante.

En general, la temperatura fue variable entre los meses en todos los lugares, el efecto medio de estos factores sobre la población de adultos de “gorgojo de los Andes”, se obtiene mediante el análisis de correlación. La correlación existente (cuadro 15) entre la temperatura respecto a la gradación de la población, es positiva; indicándonos que esta varía entre 79.6% (significativa estadísticamente) para Caballa y 93.7 para Irupalca que estadísticamente representa entre significativa y altamente significativa; los demás lugares se encuentran entre estos valores de correlación positiva a excepción de Wilamaya donde el coeficiente de correlación es de 6.2%, condicionado por las temperaturas mínimas registradas en el mes de febrero y las elevadas poblaciones registradas. Coincidiendo con Krebs (1985), op cit. Margaleff, Odum (1986); que sostienen que la variabilidad de la temperatura tiene importancia ecológica; los organismos que están sometidos normalmente a temperaturas variables en la naturaleza tienden a ser deprimidas, inhibidas o aletargadas por temperaturas constantes.

Cuadro 15. Resumen de Correlación para el factor ambiental temperatura respecto a la población de “gorgojo de los Andes”.

	Tahuaco	Wilamaya	Capachica	Caballa	Irupalca	Chaupi
Coef. de correlación	0,90	0,25	0,96	0,89	0,97	0,95
Coef. de determinación	81.0	6.2	92.2	79.6	93.7	90.4

Fuente: Elaborado por el autor

En el cuadro 16 y cuadro 1 del Anexo 2, se muestran los registros de las precipitaciones pluviales en los seis lugares. La precipitación pluvial acumulada durante la campaña agrícola 2002-2003 fue diferente en los lugares en estudio, siendo mayor para la zona de Irupalca que registró 923.8 mm y menor en la zona de Caballa que registró 638.8 mm. En los meses en que se evaluaron poblaciones también registran la misma tendencia de valores de precipitación 716.5 mm en Irupalca y 378 mm en Caballa.

Cuadro 16. Registro de precipitación pluvial por lugar; acumulada y durante meses de evaluación. Campaña agrícola 2002-2003

	LUGAR	PRECIPITACION ACUMULADA (mm)	PRECIPITACION ENERO-ABRIL (mm)
TAHUACO	SAN.JUAN TAHUACO	878,6	604,1
ILAVE	WILAMAYA	716,3	433,5
CAPACHICA	CAPACHICA	972	608,7
MAÑAZO	CABALLA	638,8	378,3
JULI	IRUPALCA	923,8	716,5
AZNAGARO.	CHAUPI SAHUACASI	862,8	413,1

Fuente: SENAMHI

Durante las evaluaciones de adultos de “gorgojo de los Andes”, entre los meses de enero a abril del 2003, como se observa en el Graf. 8, las precipitaciones pluviales fueron muy diferentes entre lugares y meses. Siendo mayor en la zona de Irupalca durante el mes de marzo 304.8 mm.

En forma general, las precipitaciones pluviales fueron muy variables entre los meses en todos los lugares, el efecto medio de estos factores sobre la población de adultos de “gorgojo de los Andes”, se analizó mediante el análisis de correlación. La correlación existente (cuadro 17) entre la precipitación pluvial respecto a la gradación de la población, es positiva; indicándonos que esta varía entre 12.8% para Caballa y 50.9% para Chaupi Sahuacasi que estadísticamente no representa significancia. Resultados que coinciden con los reportes de Ross, (1982) que afirma que la precipitación no afecta de manera directa a los insectos sino indirectamente por el efecto de las precipitaciones sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo y disponibilidad de alimentos vegetales.

Cuadro 17. Resumen de Correlación para el factor ambiental precipitación pluvial respecto a la población de “gorgojo de los Andes”.

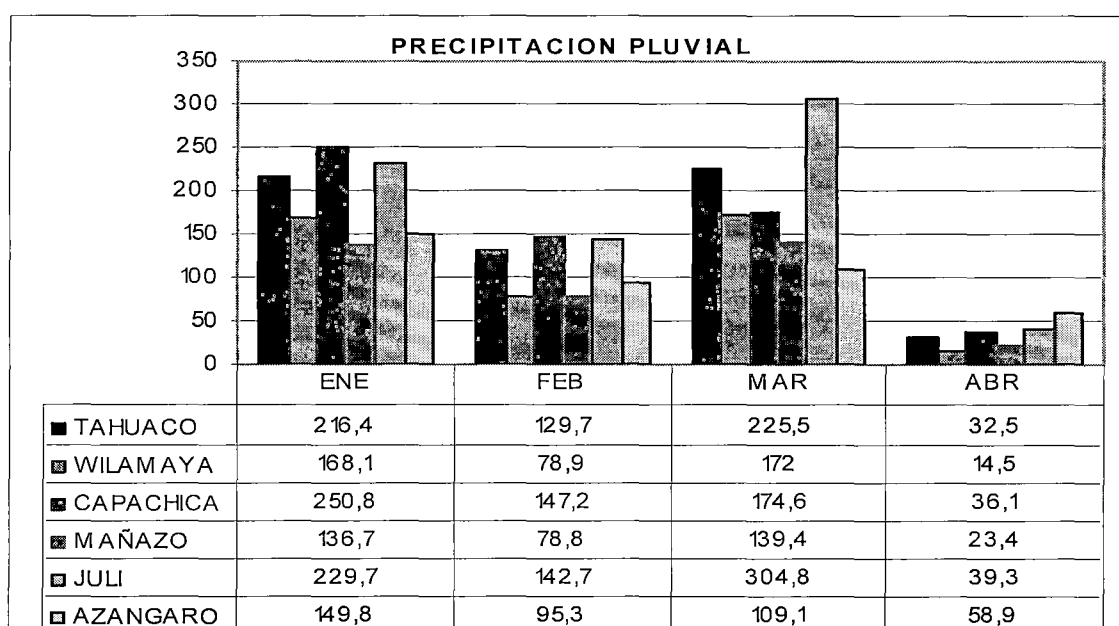
	Tahuaco	Wilamaya	Capachica	Caballa	Irupalca	Chaupi
Coef. de correlación	0,38	0,61	0,83	0,36	0,48	0,71
Coef. determinación	14.5	36.6	68.2	12.8	22.9	50.9

Fuente: Elaborado por el autor

La precipitación pluvial no es una condición que limite la distribución y abundancia de *P. solaniperda* y *P. latithorax* y *R. piercei* en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni.

Aunque Vigiani y Serrano (2002) afirman que *Rigopsidius* se encuentra principalmente en áreas con escasas precipitaciones (100 mm anuales). Esta diferencia de precipitación (100 mm a más de 638 mm) podría de algún modo ser una limitante en la distribución de la especie.

De lo analizado deducimos que aparentemente la población de “gorgojo de los Andes”, depende en mayor grado de los efectos de la temperatura que de la precipitación pluvial, lo cual coincide con las afirmaciones de Ross (1982), quien señala que la temperatura es un factor crítico para la supervivencia de las especies.



Graf. 8. Precipitación pluvial por lugar. 2003

Las especies *P. solaniperda*, *P. latithorax* y *R. piercei* parece no competir por alimento, sino que “coexisten” al compartir la misma área geográfica, debido a que existe una abundancia de recurso disponible en cada campaña agrícola. Con respecto a la competencia Begon et al., (1995), manifiestan que competencia sólo puede ocurrir si un recurso se encuentra limitado, sin embargo, el alimento para “gorgojo de los Andes” en el departamento de Puno es abundante, con lo que se elimina la competencia entre las poblaciones de especies del complejo. En tubérculos evaluados en laboratorio, se observó que *P. solaniperda*, *P. latithorax* y *R. piercei* viven y comparten inclusive un mismo tubérculo (coexistencia), para luego emerger como adulto en el tiempo correspondiente.

Esta coexistencia, como indica Cabello et al, (1999), es posible si el ambiente es heterogéneo, si existe dispersión y si las especies se encuentran agregadas espacialmente como ocurre en el caso de “gorgojo”.

El factor alimento limita la extensión geográfica de una manera general o de otra estrechamente específica (Op cit Clarke). El complejo “gorgojo de los Andes” son insectos plaga con alto grado de monofagia, tubérculos de papa. Esta alta especificidad alimenticia, permite también una alta sincronización con la fenología del cultivo, coincidiendo con Cerron y Santiesteban (2001). Además, es evidente que “gorgojo de los Andes” evolucionó conjuntamente con las papas silvestres, ya que se encontró evidencias de compartimiento del mismo nicho ecológico.

La abundancia del recurso alimento (cultivo de papa), juega un papel crucial e importante en la dispersión de la plaga. En el departamento de Puno este cultivo representa el 12.1% de la producción nacional que equivale a 397,062 TM y 40,000 ha/año (INEI, 2002). Como se ve, la gran cantidad de alimento disponible, hace que este recurso no sea ningún obstáculo para que esta plaga pueda dispersarse. Por lo tanto, los efectos beneficiosos que ejerce la abundante comida, en términos generales, conducen a un aumento de las tasas de crecimiento, de desarrollo y de natalidad y una disminución de la tasa de mortalidad.

Durante la campaña agrícola 2002-2003 se cultivaron un total de 45,000 hectáreas de papa y en las provincias donde se ubican los lugares en estudio 22,049 hectáreas que representa 49% del área total de producción del cultivo (cuadro 18).

Los resultados de diversidad en relación a los recursos son concordantes con lo reportado por Lobo (1993) citado por Cabello et al (1999), quienes manifiestan que cuando abundan los recursos, se encuentran muchas especies exigentes, en nuestro caso *P. solaniperda*, *P. latithorax*, *R. piercei*, que están especializadas en el consumo de tubérculos de papa. Los resultados también concuerdan con lo expresado por el mismo autor en el sentido que los ecosistemas que tienen mayor producción de recursos, tienen también mayor cantidad de especies. Las evidencias, sin embargo, no son concluyentes. La relación entre productividad y diversidad es confusa.

Cuadro 18. Producción de papa por provincias, campaña agrícola 2002-2003

PROVINCIA	LUGAR	AREA (ha)	PRODUCCION (TM)	RENDIMIENTO (t/ha)
Yunguyo	San Juan de Tahuaco	2900	29235	10,16
El Collao	Wilamaya	4747	47497	10,06
Puno	Capachica, Caballa	3363	33248	10,01
Chuchito	Irupalca	4437	45811	10,42
Azangaro	Chaupi Sahuacasi	6602	60539	10,13

Fuente: Dirección de Información Agraria del MINAG-Puno.

La altitud tiene una relación directa con la temperatura, a medida que aumenta la altitud, la temperatura experimenta un descenso progresivo, en tal sentido consideramos la altitud como condición que influye en la distribución y abundancia del complejo “gorgojo de los Andes”.

En el cuadro 19, se muestra que los lugares se encuentran entre 4082 msnm (Chaupi Sahuacasi) y 3830 msnm (San Juan de Tahuaco). Según la distribución geográfica del insecto, esta se encuentran entre 2500 y 4000 (Yábar, 1994), sin embargo en el presente trabajo se registraron poblaciones de “gorgojo de los Andes” aún por encima de 4000 msnm como es el caso de Chaupi Sahuacasi.

Por otro lado, “gorgojo de los Andes”, a lo largo del tiempo, ha modificado y adaptado su comportamiento, al punto que le permite invernar y de forma tal, hacer frente a las condiciones desfavorables del ambiente; esta afirmación se apoya en la información de Begon, et al (1995). La hibernación de “gorgojo de los Andes”, ocurre cuando las condiciones ambientales llegan a su punto crítico, heladas, en los meses de mayo a agosto, donde tampoco se encuentra alimentos para adultos, aunque larvas pueden continuar viviendo en tubérculos. Es interesante mencionar que *Rigopsidius* tiene una modificación que consiste en empupar en el interior del tubérculo, esto le permite protegerse de las inclemencias del clima y le proporciona ventajas en su dispersión.

Además, se puede afirmar que el frío atmosférico y la hibernación prolongada retardan la metamorfosis y en consecuencia causa reducción en el tamaño, permitiéndoles resguardarse en refugios con condiciones microclimáticas óptimas y son univoltinos,

coincidiendo con Neder y Arce (1992) que caracteriza de esa forma ecológicamente a los insectos de altura.

Cuadro 19. Altitud de los lugares de ejecución.

LUGAR	ZONA AGROECOLOGICA	ALTITUD (msnm)
San JuanTahuaco	Circunlacustre	3 830
Wilamaya	Circunlacustre	3 837
Capachica	Circunlacustre	3 860
Caballa	Suni	3 929
Irupalca	Suni	3 870
Chaupi Sahuacasi	Suni	4 082

Otro de los factores ecológicos que restringen la dispersión de una especie es la presencia de predadores (Krebs, 1985). En evaluaciones de poblaciones de “gorgojo de los Andes”, mediante trampas, también se registraron poblaciones de predadores de insectos que fueron identificados por comparación como *Meotachys sp* (Coleoptera : Carabidae) y Stafilinidae N.I. (especie no identificada) (Coleoptera : Stafilinidae) (Fotos 56 y 57 del Anexo 6). Los resultados concuerdan con lo reportado por Loza (1999), que indica que en el cultivo de papa frecuentemente se hallan carábidos especialmente *Meotachys sp*, por indistinción en preferencia de hábitats. Además que existe casi nula influencia del cultivo de papa sobre este pequeño carábido, que puede deberse a sus usuales hábitos de vuelo, lo cuál es tal vez la manera más importante de arribar a los campos de papa; actitud que le permite esquivar el relieve sinuoso y recolonizarlo rápidamente cuando el hábitat ha sido perturbado por las actividades agronómicas que habitualmente se realizan.

Los resultados de capturas realizadas, que es una medida de densidad relativa de poblaciones, según la zona agroecológica se presentan en el cuadro 20 y Graf. 9, en estos se observan que las mayores capturas fueron realizadas en la zona agroecológica circunlacustre lo que nos indican que son también condicionados por factores biológicos y físicos. En el Graf. 10 se puede apreciar las cantidades de predadores en cada lugar de ejecución, la mayor cantidad y proporción de carábidos fueron registrados en Capachica (100 individuos) y la menor en Caballa (44 individuos); la mayor cantidad y proporción de

staflinidos fue registrado en San Juan de Tahuaco (31 individuos) y la menor en Chaupi Sahuacasi (11 individuos).

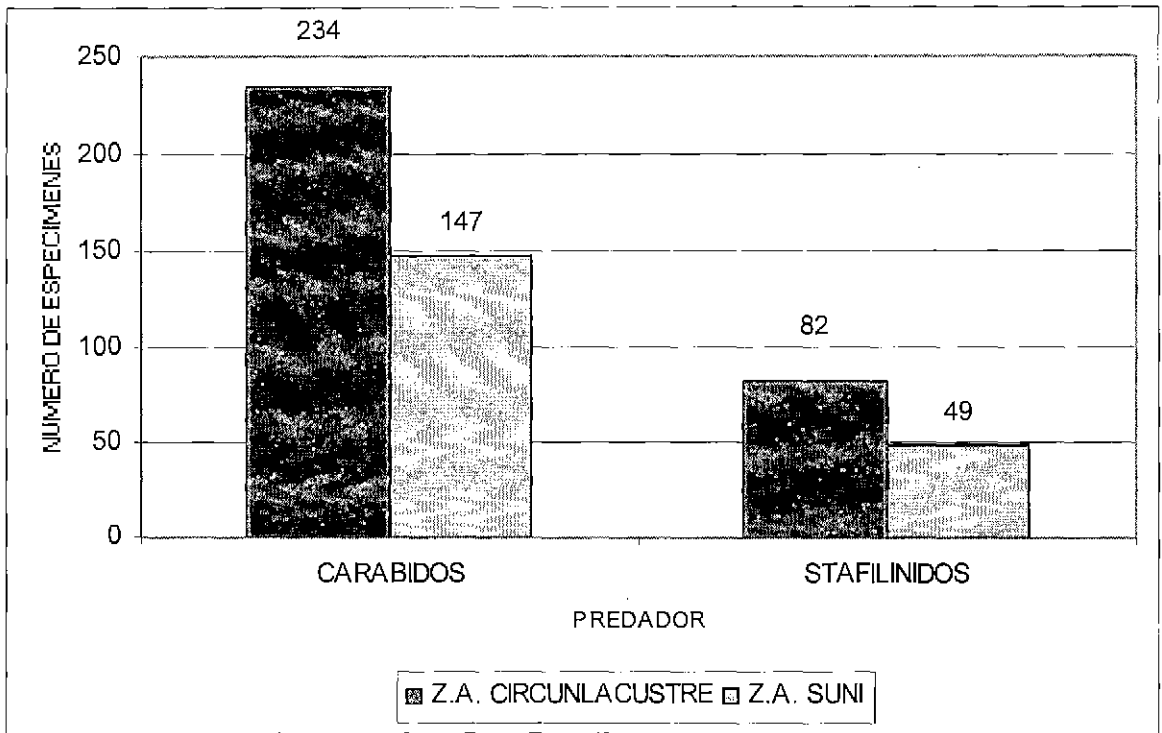
Los análisis de correlaciones elaboradas (cuadro 19), muestran que no existe significancia de correlación entre la población de “gorgojo de los Andes” con la presencia de carábidos (coeficiente de determinación de 55.86%) ni con la presencia de staflinidos (coeficiente de determinación de 17.82%). Esto probablemente por las características de predación de estos insectos benéficos, que prefieren estados inmaduros.

Con estos resultados parece ser que, “gorgojo de los Andes” no posee enemigo natural o predador que pueda significativamente controlar y disminuir su población ni su dispersión, lo que concuerda con Loza (1999), que concluye que los carábidos tienen una amplia gama de presas que necesariamente no es “gorgojo” y que además, estas especies prefieren otros agroecosistemas antes que el de papa, estas características hace que “gorgojo de los Andes” no cuente con un enemigo real que signifique peligro para la plaga. La predación que ejercen en las poblaciones de “gorgojo” no permiten un grado mayor de solapamiento de nicho entre las especies, contrariamente a las consideraciones de Cabello et al. (1999).

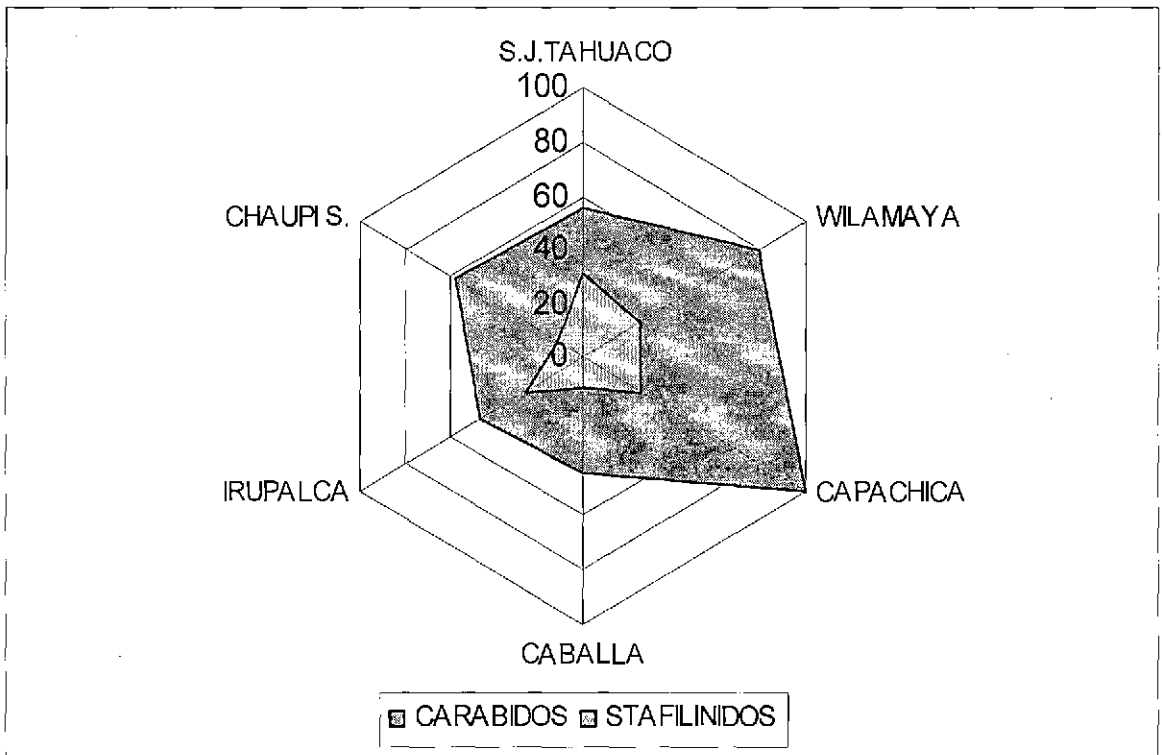
Cuadro 20. Promedios de predadores evaluados por lugar correlacionados con adultos de “gorgojo de los Andes”.

	CARABIDAE	STAFILINIDAE	GORGOJO
S.J.TAHUACO	55	31	1886
WILAMAYA	79	25	2787
CAPACHICA	100	26	2183
CABALLA	44	12	1501
IRUPALCA	46	26	1484
CHAUPI S.	57	11	1648
Coefficiente de correlación	0,74737	0,42218	
Coefficiente de determinación (%)	55,86	17,82	

Fuente: Elaborado por el autor



Graf. 9. Predadores evaluados en las zonas agroecológicas circunlacustre y suni.



Graf. 10. Predadores por lugar de ejecución del estudio. Campaña agrícola 2002-2003.

A través del tiempo, las fluctuaciones poblacionales suelen estar asociadas en gran magnitud a las condiciones ambientales de una región. Los insectos pueden ser mucho más

abundantes en un año que en otro, o en una temporada que en otra. Una sola especie puede tener diferentes promedios de densidad de población en diferentes hábitats, en uno puede ser abundante y en otro escaso; las causas son fundamentalmente por diferencias en la alimentación, refugio, enemigos naturales o factores físicos, propios del clima (Douttt y Debach, 1987). Esto mismo se aprecia en las poblaciones de “gorgojo de los Andes” en las dos zonas agroecológicas estudiadas.

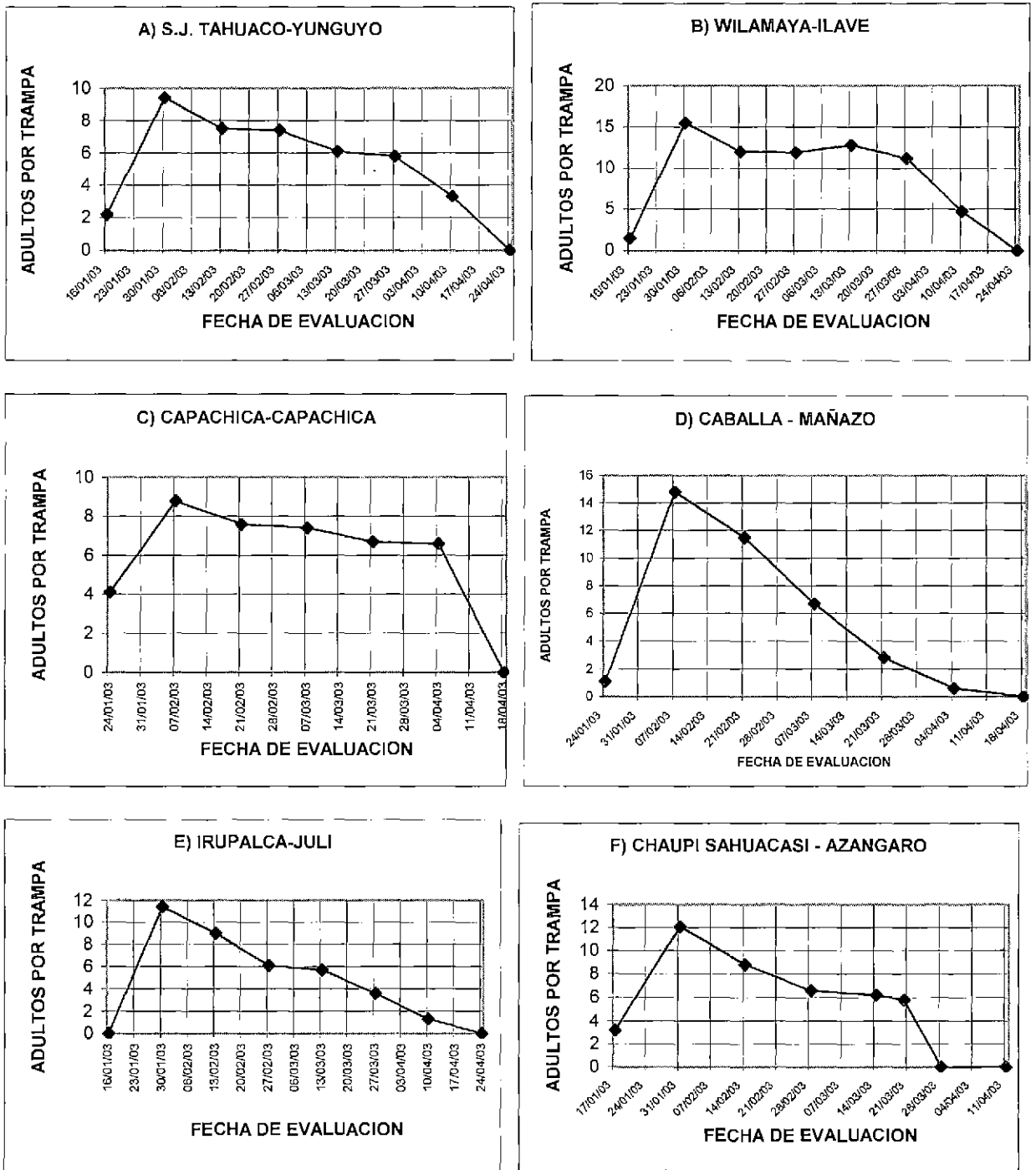
En el cuadro 21, producto de las evaluaciones en campos de papa, se puede apreciar que los promedios de las poblaciones del complejo “gorgojo de los Andes” presentan periodos bien definidos, para las condiciones de la campaña agrícola 2002-2003. En los 6 lugares el pico poblacional más alto se presenta a finales del mes de enero y van declinando hasta no registrar adultos en campos de papa, principalmente a partir del mes de abril (Graf. 11), coincidiendo con los resultados de Villano (1996) que indica que el tiempo de permanencia de los adultos dentro del cultivo se prolonga desde noviembre hasta abril, cuando las condiciones climáticas son menos favorables y los cultivos de papa se encuentran en maduración. Podríamos deducir que estos insectos, al igual que la mayoría de insectos fitófagos del altiplano declinan sus poblaciones ante las características del invierno, quedando latentes sólo las pupas y adultos invernantes, mostrando evidentemente alta adaptación a estas condiciones. Estas fluctuaciones, que presentan una misma tendencia en todos los lugares en estudio, están asociadas específicamente a la biología y comportamiento de las especies.

Cuadro 21. Promedios de adultos de “gorgojo de los Andes” por trampa por lugar y fecha de evaluación. 2003

S.J.TAHUACO		WILAMAYA		CAPACHICA		CABALLA		IRUPALCA		CHAUPI-S.	
FECHA	Nº ADUL	FECHA	Nº ADUL	FECHA	Nº ADUL	FECHA	Nº ADUL	FECHA	Nº ADUL	FECHA	Nº ADUL
16-Ene	2.2	16-Ene	1.5	24-Ene	4.1	24-Ene	1.1	16-Ene	0	17-Ene	3.2
30-Ene	9.4	30-Ene	15.5	07-Feb	8.8	07-Feb	14.8	30-Ene	11.4	31-Ene	12.1
13-Feb	7.5	13-Feb	12	21-Feb	7.6	21-Feb	11.5	13-Feb	9	14-Feb	8.8
27-Feb	7.4	27-Feb	11.9	07-Mar	7.4	07-Mar	6.7	27-Feb	6.1	28-Feb	6.6
13-Mar	6.1	13-Mar	12.8	21-Mar	6.7	21-Mar	2.8	13-Mar	5.7	14-Mar	6.2
27-Mar	5.8	27-Mar	11.2	04-Abr	6.6	04-Abr	0.6	27-Mar	3.6	20-Mar	5.8
10-Abr	3.3	10-Abr	4.7	18-Abr	0	18-Abr	0	10-Abr	1.3	28-Mar	0
24-Abr	0	24-Abr	0					24-Abr	0	11-Abr	0

Fuente: Elaborado por el autor

En el Graf. 11, se observa que en cada lugar se diferencian dos picos poblacionales altos, aún cuando el segundo pico no es muy notorio, podemos asumir que los especímenes que se observan desde el mes de enero hasta inclusive el mes de abril, pertenecen a las poblaciones de *P. solaniperda*, y luego de un breve descenso en el mes de febrero empiezan a incrementarse las demás especies (incluyendo *P. latithorax* y *R. piercei*) sobreponiéndose a las poblaciones de *P. solaniperda*.



Graf. 11. Fluctuación poblacional de adultos de “gorgojo de los Andes” en plantas de papa por lugar en estudio.

Se determinó que uno de los factores ecológicos más importantes que influye en la abundancia relativa de poblaciones de adultos de “gorgojo de los Andes” es el clima. La actividad del insecto está ajustada a estas variaciones, de modo que las condiciones ambientales óptimas para sus mayores densidades ocurren en los meses de enero y febrero, confirmando que son los factores temperatura y humedad (precipitación pluvial) que interactúan favoreciendo a la plaga. No obstante, las fluctuaciones en su generalidad, no solo se deben a un solo factor que originan las variaciones de poblaciones, sino a diversos que varían al azar e independientemente cada uno de ellos, según lo reportado por Margaleff (1982). Por lo tanto, es probable que las mayores abundancias de “gorgojos” adultos se deban también a que en este periodo haya mayor seguridad de hallar alimento para su progenie y la eclosión de huevos sincronice con la formación de tubérculos (periodo de tuberización).

4.5 Determinación de daños ocasionados por “gorgojo de los Andes”

Los insectos fitófagos constituyen un componente del agroecosistema. Su interacción con otros componentes determina los niveles de poblaciones y daños en las plantas.

Los adultos de “gorgojo de los Andes” ocasionan daños en follaje o parte aérea en tanto que las larvas dañan tubérculos.

4.5.1 Daños en follaje

Durante el estudio se realizaron determinaciones de daños ocasionados por adultos de “gorgojo de los Andes” en follaje, que constituyen daños indirectos y estos son limitados y no afectan el desarrollo del cultivo, coincidiendo con Wellik *et al* (1981), que indica sobre el efecto que tiene el daño del follaje en el rendimiento de la planta de papa depende de la magnitud del daño, de la capacidad genética de la planta para tolerarlo o recuperarse de él y de la fase fenológica o período de desarrollo en que se produce. Este mismo autor, experimentalmente determinó que la planta puede tolerar la destrucción semanal de cerca del 30% de sus hojas durante todo su período de desarrollo sin que sus rendimientos sean afectados significativamente

Se determinó que los adultos de *P. solaniperda* y *P. latithorax* de preferencia se alimentan en foliolos del tercio inferior de la planta, cortando el borde en forma de media luna o semicírculo, pero sin llegar a la nervadura central (Foto 58 del Anexo 6). En cambio adultos de *L. punicola* y *Rhinoncus sp* (además de otros “gorgojos de los Andes” negros), se alimentan de foliolos en forma indiferente, sea en la base o en el ápice de la planta y además no forman semicírculos sino comeduras irregulares llegando muchas veces hasta la nervadura central (Fotos 59 y 60 del Anexo 6). No se tiene evidencias que adultos de las demás especies y morfotipos ocasionen daños en el follaje.

Respecto a daños en follaje, Alcázar (2002) menciona que en casos de poblaciones elevadas de *Premnotrypes* adultos en campos de papa los daños son muy extremos llegan hasta la nervadura de los foliolos; en el presente estudio no se ha tenido poblaciones extremas de adultos que nos posibiliten aseverar tales afirmaciones.

No se registraron daños ocasionados por adultos en las demás partes del follaje de la planta, aunque Sánchez (1986), Aréstegui (1976b) citado por Yábar (1994) mencionan que los adultos también ocasionan daños al cuello de la planta, estolones y tubérculos en formación. Estiman que, si la población es alta, el follaje puede ser consumido totalmente.

El daño foliar por adultos del complejo “gorgojo de los Andes” se inicia en la fase de emergencia del cultivo y va disminuyendo hasta la fase de tuberización. Estas aseveraciones coinciden con lo reportado con Villano (1996) que manifiesta que existe sincronización entre la aparición de larvas y la tuberización, los daños se inician durante la primera quincena de marzo y se van acentuando hasta la cosecha.

4.5.2 Daños en tubérculo

Los daños que ocasionan larvas de “gorgojo de los Andes” en tubérculos son directos, pues afectan la parte de la planta que constituye el producto de cosecha. La magnitud de una población de larvas que causan estos daños, están correlacionados estrechamente desde la fase inicial de infestación. No existe el margen de tolerancia de daños que se describió para daños indirectos.

Se determinó que las larvas durante sus primeros estadios se alimentan de raicillas y estolones, pero luego penetran en los tubérculos en formación y permanecen alimentándose de ellos durante todo su periodo larval, efectuando galerías irregulares y dejando sus excrementos y residuos de tejido muerto (Foto 61 del Anexo 6). Debido a estos daños los tubérculos pierden su valor comercial.

Es importante señalar la diferencia entre el porcentaje de daño e índice de daño; el primero se refiere únicamente al porcentaje de tubérculos con daños por larvas y el segundo se refiere a la intensidad del daño producido por las mismas.

4.5.2.1 Porcentaje de daño

El porcentaje total de tubérculos dañados por larvas de “gorgojo de los Andes” (Graf. 13), fue mayor en la zona agroecológica circunlacustre (40.24%) y menor en la zona agroecológica suni (35.19%) resultado que está relacionada directamente al número de adultos registrados en las evaluaciones durante la fase vegetativa del cultivo.

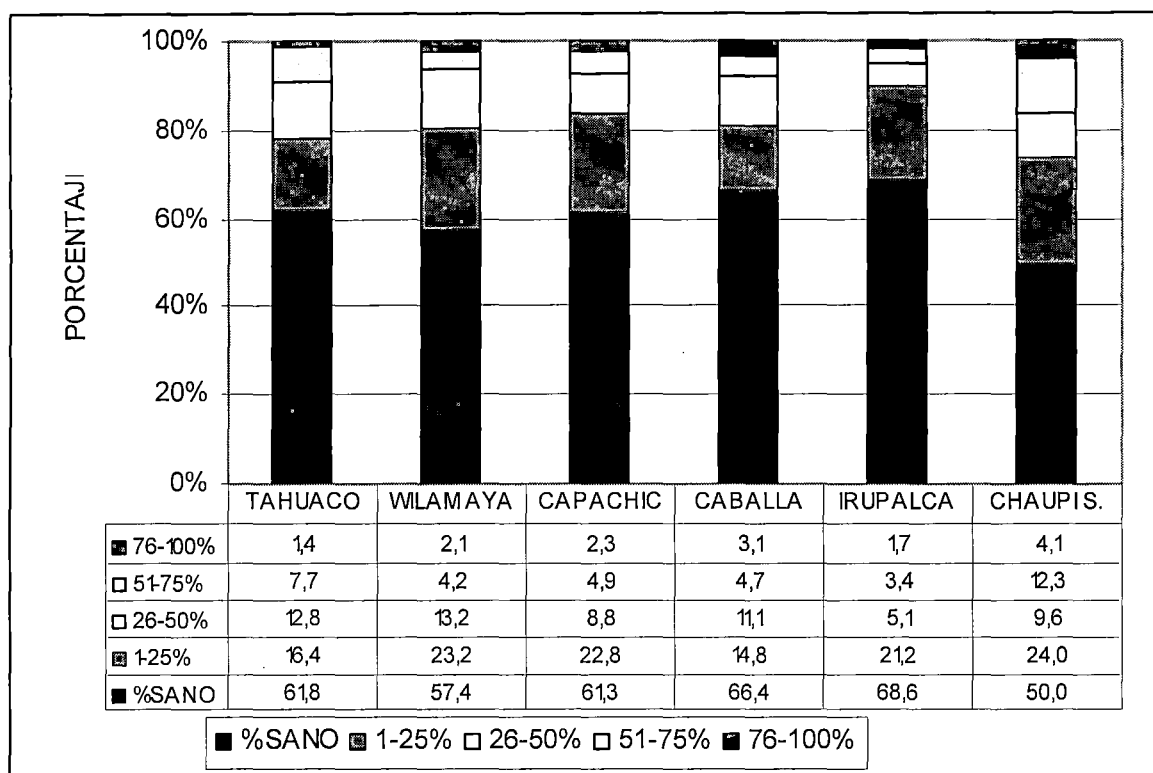
La correlación existente entre el porcentaje de daño y población de adultos (cuadro 22) es significativa (69.6%). Aunque este punto no es del todo claro, asumimos que las colecciones de adultos realizadas en las trampas de caída en cada evaluación influyeron negativamente en el incremento de daños en tubérculos, que como es obvio, a menor cantidad de adultos se tendrán menor cantidad de huevos y posteriormente menor cantidad de larvas y que también produzcan menor cantidad de daños. Las trampas de caída son utilizadas para monitoreo de poblaciones al mismo tiempo para controlar, utilizando adecuadamente un mayor número de trampas que permitan disminuir la población plaga.

Cuadro 22. Correlación de los factores daño y población de adultos.

Correlación	% Daño / Adultos
Coefficiente de correlación	0.8344
Coefficiente de determinación (%)	69.62

Los promedios de porcentajes de tubérculos dañados obtenidos fueron variables por cada lugar (Graf. 12 y cuadro 23), encontrándose 50% de tubérculos dañados en Chaupi Sahuacasi y 31.4% en Irupalca. La proporción de tubérculos dañados de acuerdo a los

grados de la escala de calificación resultó en promedio 20% de tubérculos con grado 2, 10% con grado 3, 6% con grado 4 y 2% con grado 5, los tubérculos con grados 2 y 3 son utilizados por los agricultores para consumo o para procesarlos como “chuño”.



Graf. 12. Porcentajes de tubérculos sanos y dañados (por grado) por lugar. 2003

Cuadro 23. Promedios de grado e índice de daño y rendimiento por lugar.

LUGAR	GRADO DE DAÑO (Kg)					ID	PESO (Kg) (40plantas)	RENDIM. (Kg)	
	1	2	3	4	5			Planta	ha
S.J. TAHUACO	12,1	3,2	2,5	1,5	0,3	1,70	19,6	0,49	16144
WILAMAYA	10,9	4,4	2,5	0,8	0,4	1,71	19,0	0,48	15675
CAPACHICA	10,5	3,9	1,5	0,8	0,4	1,64	17,1	0,43	14141
CABALLA	9,9	2,2	1,7	0,7	0,5	1,63	14,9	0,37	12299
IRUPALCA	8,1	2,5	0,6	0,4	0,2	1,48	11,8	0,30	9735
CHAUPI S.	7,3	3,5	1,4	1,8	0,6	1,97	14,6	0,37	12045

Fuente: Elaborado por el autor

Mediante crianza de larvas en laboratorio se determinó que tres son las especies que ocasionan daños directos en los tubérculos (Cuadro 24 y Graf. 13). Las especies identificadas corresponden a *P. solaniperda*, *R. piercei* y *P. latithorax*. La especie más

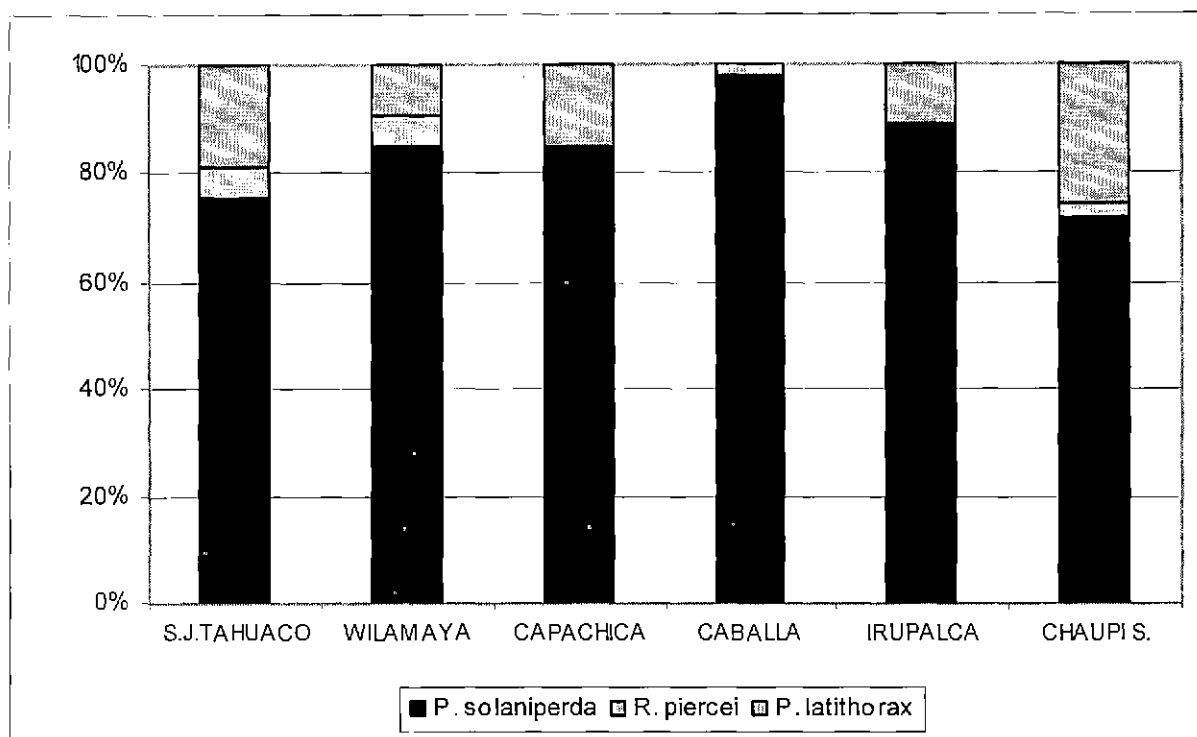
común y predominante en todos los lugares es *P. solaniperda* y se encuentra en un rango entre 72.09% (Chaupi Sahuacasi) y 97.73% (Caballa). Predominancia que también es concordante con los registros de capturas de adultos mencionados anteriormente. Es interesante apreciar que en Capachica e Irupalca no se registró la presencia de *R. piercei*, y en Caballa no se registró *P. latithorax*.

Aún cuando *R. piercei* no se encontró en todos los lugares evaluados, por el comportamiento y daños que ocasionan las larvas de esta especie, los porcentajes obtenidos en cada lugar constituyen indicios que esta especie se viene dispersando alarmantemente, los registros anteriores solo mencionan su presencia en la zona agroecológica circunlacustre y en el presente trabajo se encontró también en la zona agroecológica suni (2.33% en Chaupi Sahuacasi, 2.27% en Caballa). Esto nos hace asumir, que esta especie no sólo se encuentra en estos cuatro lugares, sino probablemente en todas las áreas del altiplano de Puno donde se cultiva papa.

Cuadro 24. Número de “gorgojos” adultos y porcentaje obtenidos en crianza, de tubérculos dañados colectados de campos en estudio.

LUGAR	<i>P. solaniperda</i> (G-1)		<i>R. piercei</i> (G-2)		<i>P. latithorax</i> (G-8)	
	Nº ADUL	%	Nº ADUL	%	Nº ADUL	%
S.J.TAHUACO	53	75,71	4	5,71	13	18,57
WILAMAYA	74	85,06	5	5,75	8	9,20
CAPACHICA	28	84,85	0	0,00	5	15,15
CABALLA	43	97,73	1	2,27	0	0,00
IRUPALCA	25	89,29	0	0,00	3	10,71
CHAUPI S.	31	72,09	1	2,33	11	25,58

Fuente: Elaborado por el autor



Graf. 13. Porcentaje de adultos de “gorgojos” por especie obtenidos de crianza en laboratorio procedentes de cada lugar.

4.5.2.2 Índice de daño

Realizado el análisis de varianza y prueba de Duncan, según el cuadro 25 y cuadros 1 y 2 del Anexo 5, se evidencia que existe diferencia estadística significativa entre los promedios totales de los índices de daño entre las zonas agroecológicas circunlacustre y suni. Los daños son superiores en la zona agroecológica circunlacustre que está directamente relacionada con la población de adultos, que como se mostró en el acápite de abundancia de poblaciones, en la zona agroecológica circunlacustre fue muy superior.

Cuadro 25. Promedios de índice de daño por zona agroecológica (campaña agrícola 2002-2003).

Zona Agroecológica	DATOS REALES	$P \leq 0.05$
Circunlacustre	1.6829	a
Suni	1.5260	b

Sin embargo según el ANVA y la prueba de Duncan (cuadro 1 y 3 del Anexo 5), los promedios de índice de daño, entre los lugares en estudio, no muestran diferencia

estadística significativa (cuadro 26), sin embargo, en los promedios aritméticos es mayor el índice de daño en Chaupi Sahuacasi (1.97) y menor en Irupalca (1.48).

No cabe duda que las seis localidades consideradas en el estudio han sido muy reducidas pero la utilidad del sistema de evaluación es incuestionable ya que permite detectar diferencias en el índice de daño aún tratándose del mismo porcentaje de daño; esto parece sumamente útil al determinar la importancia económica del “gorgojo de los Andes” en una localidad determinada.

Cuadro 26. Promedios de índice de daño por lugar. Campaña agrícola 2002-2003.

Lugar	DATOS REALES	DUNCAN*
Chaupi Sahuacasi	1.9665	a
Wilamaya	1.7125	a
San Juan de Tahuaco	1.6950	a
Capachica	1.6370	a
Caballa	1.6335	a
Irupalca	1.4775	a

La correlación existente entre los daños ocasionados en tubérculos respecto a la gradación de adultos es significativa 69.62%, que significa que la población de adultos de “gorgojo de los Andes” incide directamente en los daños ocasionados por larvas en tubérculos.

La correlación (cuadro 27) entre índices de daños respecto a la población de adultos (53.54%) es positiva aunque no representa significancia estadística.

Cuadro 27. Correlación de los factores índice de daños y población de adultos.

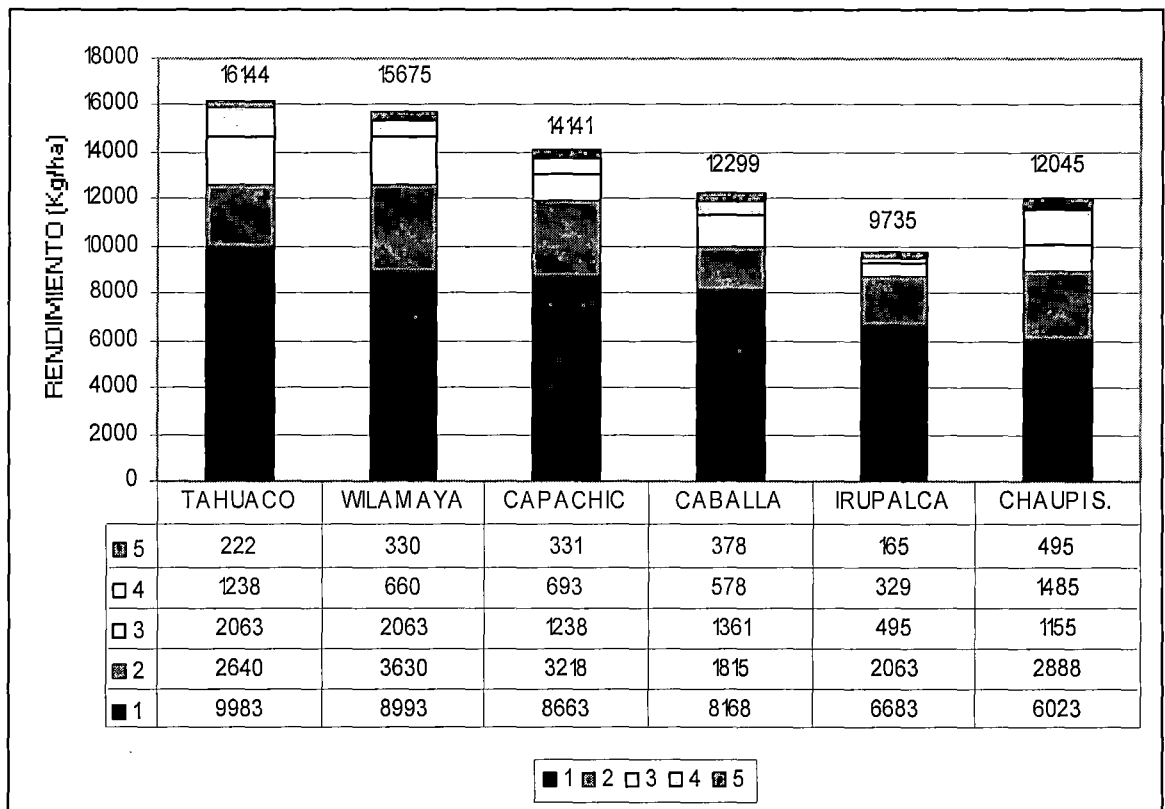
Correlaciones	I.D. / Adultos
Coefficiente de correlación	0.7317
Coefficiente de determinación (%)	53.54

4.5.2.3 Relación con rendimiento

El rendimiento promedio en los seis lugares fue de 13.3 t/ha (9.7 a 16.1 t/ha), que son superiores a los rendimientos promedios provinciales (10.16 t/ha) que se muestra en el

cuadro 16 (MINAG, 2003); al respecto, es importante considerar los aspectos técnicos de conducción de las parcelas realizados como son los aporques altos y oportunos, desmalezados, drenaje de excesos de agua y cosecha oportuna, que permitieron optimizar los rendimientos.

Los rendimientos fueron mayores en la zona agroecológica circunlacustre (15.32 t/ha) y menores en la zona agroecológica suni (11.36 t/ha), esta variación, aproximadamente 4 t/ha, probablemente esté relacionada a las características climáticas que se presentaron en cada zona durante la campaña agrícola 2002-2003, principalmente las precipitaciones pluviales y temperaturas. Los rendimientos obtenidos en los lugares de ejecución (Graf. 14) como los reportados por el MINAG (2003) son también muy superiores al rendimiento promedio anual del departamento de Puno (8.3t/ha) que reporta el INEI (2002).



Graf. 14. Rendimiento por grado de daño por lugar. 2003

Los rendimientos en relación a la población de adultos de “gorgojo de los Andes” (cuadro 28), muestran que es positiva pero que no representa significancia estadística; indicándonos que ésta varía en un 53.37%. De lo procedido deducimos que la población de

adultos de “gorgojo de los Andes” no afecta los rendimientos del cultivo de papa, sino afectan directamente a la productividad en términos de porcentaje de papa no comercializable o de pérdida de valor comercial coincidiendo con lo reportado por Yábar (1994).

Cuadro 28. Correlación de los factores rendimiento y población de adultos.

Correlación	Rendimiento / Adultos
Coeficiente de correlación	0.7305
Coeficiente de determinación (%)	53.37

V CONCLUSIONES

1. De las capturas de especímenes adultos de “gorgojo de los Andes” se diferenciaron 22 morfotipos, siendo identificadas y caracterizadas cinco especies, que son las más frecuentes e importantes en cultivo de papa: *Premnotrypes solaniperda*, *Rigopsidius piercei*, *R. tucumanus*, *Listroderes punicola* y *P. latithorax*.
2. La distribución geográfica de especies y morfotipos no es homogénea en cada zona agroecológica, se encuentran distribuidos en mayor proporción en la zona circunlacustre: *P. solaniperda* (42.9%), *R. piercei* (2.9%), *L. punicola* (2.5%), *P. latithorax* (8.0%), las demás especies y morfotipos (3.4%) y en menor proporción en la zona agroecológica suni: *P. solaniperda* (25.3%), *R. piercei* (1.2%), *L. punicola* (4.3%), *P. latithorax* (7.1%) y las otras especies y morfotipos (2.4%).
3. Existe diferencia marcada en la abundancia relativa de adultos de “gorgojo de los Andes” es mayor zona agroecológica circunlacustre (59.7%) y menor en la zona agroecológica suni (40.3%). Las especies comunes *P. solaniperda*, *P. latithorax*, *L. punicola* y *R. piercei* constituyen el 94.2% de abundancia y las 18 especies/morfotipos raras solo 5.8%.
4. La zona agroecológica circunlacustre presenta una riqueza de 22 morfotipos y una uniformidad de 0.3528 que expresa uniformidad media, el índice de Simpson (0.54) indica alta diversidad y el índice de Shannon (1.0906) indica que todos los morfotipos no se presentan en una misma proporción. La zona agroecológica suni muestra riqueza de 21 morfotipos y uniformidad de 0.4118 y el índice de Simpson (0.438) indica que también existe una alta diversidad y el índice de Shannon (1.2538), al igual que la zona circunlacustre expresa que todos los morfotipos no se presentan en una misma proporción, pero es relativamente mayor que la zona agroecológica circunlacustre.
5. La población de “gorgojo de los Andes”, aparentemente, depende en gran parte de los efectos de la temperatura que de la precipitación pluvial. Las condiciones climáticas del Altiplano parece no limitar el desarrollo de *Rigopsidius spp.*

6. Las especies parecen no competir por alimento, debido a que existe una abundancia de recurso disponible, con lo que se eliminaría la competencia entre las poblaciones de especies del complejo.
7. Se registró la presencia de *Meotachys sp* y Stafilinidae N.I., predadores de plagas, en poblaciones que no correlacionan significativamente con la población del complejo “gorgojo de los Andes”
8. Los adultos *P. solaniperda* y *P. lattithorax* de preferencia se alimentan en foliolos del tercio inferior de la planta, cortando el borde en forma de media luna o semicírculo, pero sin llegar a la nervadura central. *L. punicola*, *Rhinoncus sp* y *Amitrus*, se alimentan de foliolos en forma indiferente. No se tiene evidencias que adultos de las demás especies y morfotipos ocasionen daños en el follaje.
9. El porcentaje total de tubérculos dañados por larvas de “gorgojo de los Andes”, fue mayor en la zona agroecológica circunlacustre (40.24%) y menor en la zona agroecológica suni (35.19%).
10. Los promedios de porcentajes de tubérculos dañados obtenidos fueron variables por cada lugar, siendo de entre 50% de tubérculos dañados en Chaupi Sahuacasi y 31.4% de dañados en Irupalca. Dentro de los grados de tubérculos dañados se obtuvieron en promedio 20% con grado 2, 10% con grado 3, 6% con grado 4 y 2% con grado 5.
11. *P. solaniperda*, *R. piercei* y *P. latithorax* son las especies que ocasionan daños directos en los tubérculos de papa. La especie más común y predominante lo constituye *P. solaniperda*.
12. Los índices de daño son superiores en la zona agroecológica circunlacustre. Entre lugares no muestra diferencia, en los promedios aritméticos es mayor en Chaupi Sahuacasi (1.97) y menor en Irupalca (1.48).

VI RECOMENDACIONES

1. Profundizar los estudios de los factores claves que tienen efecto directo sobre las poblaciones de “gorgojo de los Andes”, entre ellos la temperatura, las precipitaciones pluviales que determinan la humedad relativa, las prácticas agronómicas, la presencia o ausencia de enemigos naturales.
2. Realizar investigaciones sobre efectividad de trampas de caída como alternativa de control de “gorgojo de los Andes”.
3. Identificar los morfotipos de “gorgojo de los Andes” y determinar su función ecológica en el ecosistema del altiplano.
4. Profundizar estudios de la relación entre humedad de suelo y poblaciones de “gorgojo de los Andes”.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alcalá P. 1979. Nueva especie del Género *Premnotrypes piercei* 1914 (Coleóptera: Curculionidae). Rev. Per. Ent. 22 (1): p. 63-64.
- Alcázar J. 1976. Biología y Comportamiento del gorgojo de los Andes *Premnotrypes suturicallus* Kuschel (Col.: Curculionidae). Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional del Centro del Perú. 80 pp.
- Alcázar, J. 2002. Biología del gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. (Coleoptera.: Curculionidae). Manual de capacitación, Fascículo 1. Centro Internacional de la Papa. 13 pp.
- Alcázar, J. Raman, K. V. Torres, E. Yabar E. 1999. *Beauveria* sp. hongo amigo del agricultor. Revista Medio Ambiente. N° 45. Lima, Perú. p. 44-46.
- Alcazar, J.y Cisneros, F. 1997. Integrated management for andean potato weevils in pilot units. International Potato Center Program report 1995-96. Lima, Perú. p. 169-176.
- Andrewartha, H.G. 1973. Introducción al estudio de poblaciones animales. Edit. Alambra S.A. Madrid, España. 332 pp.
- Andrewartha, H.G. and L.C. Birch. 1954. The distribution and abundance of animals. Univer. of Chicago Press, Chicago. 782 pp.
- Begon, M; Harper, J; C. Townsend. 1995. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega S.A., Barcelona-España. 535 pp.
- Cabello, J., Alemán, M., Castro, H & J. Mota. 1999. Diversidad ecológica en comunidades de matorral mediterráneas-semiáridas del sureste de la península ibérica. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Almería. España. (URL: <http://www.gem.es/materiales/document/document.htm>)

- Cahuana, R. y J. Arcos. 1996. Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno. E.E. Illpa-INIA. 118 pp.
- Calvache, G. H. 1986. Aspectos biológicos y ecológicos del gusano blanco, Memorias del curso sobre el control integrado de plagas de la papa. Bogotá, CIP. p. 18-24.
- Carbajal, C.P. 1992. Biología, fluctuación de población y control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* en la localidad de Aguirre. Tesis. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 105 pp.
- Carvajal, V.; Coca, M.; Calderón, R. 1996. Identificación y distribución geográfica de especímenes del complejo gorgojo de los andes, en el altiplano del departamento de La Paz. Compendio de exposiciones de la Cuarta Reunión Nacional de Papa IBTA – PROINPA; UPS/SEPA; PROSEMPA. Cochabamba, Bolivia. p. 103-104.
- Carrasco, F. 1961. Sistemática y biología del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* Pierce. Rey. Per. Ent. 4(1): p. 30-42.
- Cerrom, M. y G. Santiesteban. 2001. Zoogeografía de *Premnotrypes*. UNALM – EPG, Especialidad de Entomología, Lima Perú. 19 pp.
- Cervantes, R. 2003. Distribución geográfica y daño del “gorgojo de los andes” (*Rhigopsidius piercei* Heller) en la zona circunlacustre del departamento de Puno. Tesis para optar el Título de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas UNA-Puno-Perú. 71 pp.
- Christiansen, G.J. 1970. El cultivo de la papa en el Perú. Edit. Jurídica S.A.. Lima Perú. 351 pp.
- Clarke, G. 1963. Elementos de ecología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 615 pp.
- Delgado, M. 1975. Cultivo de la papa en la sierra. Informe Especial No.39. Ministerio de Alimentación. Dirección General de investigación. CRIA 1. Lima-Perú. p. 56-58.

- Douth, L. y P. Debach. 1987. Algunos conceptos y preguntas sobre control biológico. P 152 –175. En: Control biológico de plagas y malas hierbas, por P. Debach. CIA Continental S.A. México. 949 pp.
- Emmel, T. 1975. Ecología y biología de poblaciones. Edit. Interamericana, México D.F. 182 pp.
- Esprella, R., Chávez, C. 1996. Capacidad de desplazamiento del gorgojo de los andes (*Premnotrypes sp.*). Compendio de exposiciones de la Cuarta Reunión Nacional de Papa IBTA – PROINPA; UPS/SEPA; PROSEMPA. Cochabamba, Bolivia. p. 67-68.
- Flos, J. 2005. El concepto de información en la ecología margalefiana. Ecosistemas (URL: <http://www.revistaecosistemas.net/artículo.htm>)
- Franco, J. Et al. 1989. Manual de ecología. Edit. Trillas, S.A. Impreso en México. 266 pp.
- Perez-Lopez, F.J. y F.M. Sola-Fernandez, 1993. SIMIL: Programa para el cálculo de los índices de diversidad (programa informático en línea). Divers.exe ((<http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>).
- Gallegos, P. y Avalos, P. 1995. Control integrado de *Premnotrypes vorax* (Hustache) mediante manejo de población de adultos y control químico en el cultivo de papa. Revista Latinoamericana de la papa 7-8 (1). Lima, Perú. p. 55-60.
- Gallegos, P. 1995. Relación entre la población de adultos de *Premnotrypes vorax* (Hustache) al inicio del cultivo de papa y el daño de tubérculos a la cosecha. Revista Latinoamericana de la papa 7-8 (1). Lima Perú. p. 17-24
- Garmendia, A. 1961. Observaciones sobre un posible control biológico de la gusanera de la papa depositada en almacén. Rev. Per. Ent. 4(1): p. 76-77.
- Gil.P. 1991. Biología y comportamiento de *Premnotrypes solaniperda* Kuschell (Col. : Curculionidae). Tesis FFCCBB, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. 72 pp.

- Gonzales, H. 2002. Distribución Espacial de *Premnotrypes* spp. En la zona agroecológica Circunlacustre del Altiplano Peruano. Tesis FFCCBB. UNA-Puno, Perú. 70 pp.
- Heller, V.K.M. 1935. Em never Russelkafer aus peruanischen Kartoffeln. Arb. Phys. Angew. Ent. Berlin-Dahlem, Band 2, Nr.4. p. 276-278.
- INIEI, 2002. Almanaque de Puno. Oficina Departamental de Estadística e Informática Puno, Perú. p 324 - 326.
- INIA, 2003. Informe anual. Estación Experimental Illpa, Puno. 145 pp.
- Li, C. C. 1977. Introducción a la Estadística Experimental. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 496 pp.
- Loza, A. 1999. Poblaciones y ecología alimentaria de carabidos (coleoptera) en agroecosistemas del altiplano. Tesis Maestría en Agricultura Andina, Escuela de Post Grado UNA-Puno. 129 pp.
- Luján, C. 2002. Meseta del Titicaca: Patria Genética de la papa, <http://aymarauta.jayamarau>.
- Krebs, CH. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Edic. Harla, S.A. México. 753 pp.
- Krebs, CH. 1978. Ecology: The experimental análisis of distribution and abundante. Harper and Row, New Cork. 678 pp.
- Kuschel G. 1956. Revisión de los Premnotrypini y adiciones a los Bagoini. Boletín Museo Nacional de Historia Natural (Chile). Vol. 26. p. 187-235.
- Kushel, G. 1949. Los "curculionidae" del extremo norte de Chile. Acta Zoológica Lilloana Tomo VIII. Revista de Zoología. Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. p. 5-56

- Magurran, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona : Vedral. 200 pp.
- Margalef, R. 1956. Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Inv. Pesq.* 3: p. 99-106.
- Margaleff, R. 1982. Ecología. Edic. Omega S.A., Barcelona, España. 951 pp.
- Marn, 2003. Inventario de la biodiversidad del Area Natural Protegida Normandia. 53 pp.
- Marshall, S. G. New injurious Curculionidae (Col.) from South America. *Bull. Entomol. Research.* 27 (3): p.497- 501.
- MINAG, 2003. Información estadística de la producción agropecuaria, campaña agrícola 2002-2003. OIA - Dirección Regional Agraria Puno.
(URL: <http://www.portalagrario/puno/campañaagricola2002-2003.htm>)
- Morrone J., & Loiacono. 1992. Revision of the genus *Rhigopsidius* HELLER (Insecta, Coleoptera, Curculionidae : Rhytirrhinae). *Entomol. Abh. Museum Tierkd. Dresden* 54, N° 7: p. 129-139.
- Muñoz, M. 1998. Biología del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional de Cajamarca. Fac. Ciencias Agric. y Forestales. 85 pp.
- Morales, C. 1988. Climadiagramas. En: Manual de ecología. Instituto de Ecología U.M.S.A. La Paz, Bolivia. p. 22-24.
- Neder, E. y M. Arce. 1992. Adaptaciones de los insectos a la altura. Instituto de biología de la altura. (Webmaster@fucema.org.ar).
- O'Brien C. and J. Wibmer.1984. An annotated bibliography of keys to Latin American weevils, Curculionidae sensu lato (Coleoptera: Curculionoidea) Southwest. *Entomol., Suppl.* (3): p. 279-285.

- Odum, F.A. 1987. Fundamentos de ecología. Nueva Editorial Interamericana. México. 422 pp.
- Pierce, W. D. 1918. Weevils which affect irish potato, sweet potato and yam. Journal of Agricultural Research Vol. XII, N° 9. Dept. of Agriculture, Washington, D.C. p. 601-625.
- Pierce, W. D. 1914. New potato weevil from Andean South America. Journal of Agricultural Research Vol. I, N° 4. Dept. of Agriculture, Washington, D.C. p. 347-355.
- PROINPA. 1995. Informe Anual 1994. 1995. Cochabamba Bolivia. P. 1-40.
- PRODASA. 1997. Proyecto de Desarrollo Agropecuario Sostenido en el Altiplano. <http://WWW.idrc.ca/library/documenty/103453>.
- Ramos, L. 1965. Poblaciones. Ediciones Diana, Madrid, España.
- Ravinovich, J. 1982. Ecología de poblaciones animales. Secretaría general de la O.E.A. Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico. 165 pp.
- Redepapa, 2002. www.redepapa.org/index.html
- Ross, H. 1982. Introducción a la entomología general y aplicada. Editorial Omega S.A. Barcelona. 535 pp.
- Segnini, S. 1999. Medición de la diversidad en una comunidad de insectos. Bol. Entomol. Venez. N.S. 10(1): p. 105-113.
- Snodgrass, G. y E. Stadelbacher. 1989. effect of different grass and legume combinations on spider (Araneae) and ground beetle (Coleoptera: Carabidae) populations in roadside habitats in the Mississippi, Delta. Environ Entol. 18 (4): p. 575 – 581.

- Strong, D. 1964. Special feature, insect host range. U.S.A. 914 pp.
- Tapia, M. 1990. Zonificación agroecológica y ecodesarrollo en la Sierra. En: Segundo encuentro de agricultura ecológica. Cajamarca, Perú.
- Tisoc I. 1989. Ciclo biológico de *Premnotrypes latithorax* bajo condiciones de laboratorio en el Cusco. Rey. Per. Ent. 32: p. 89-92.
- Tovar, G.A. 1988. Ciclo biológico y distribución geográfica en el Valle de Mantaro de *Premnotrypes piercei* Alcalá. Tesis Ing. Agron. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Untiveros, D. 1985. Gorgojo de los andes, biología, daños y control. Boletín técnico, INIPA, Año IV – N° 3. 17 pp.
- Valencia L. O'Brien Ch. 1976. The Andean potato weevils (Coleóptera: Curculionidae) in the Chocón área of Perú . Centro Internacional de la papa. 8pp.
- Van Emden, F.I. 1952. On the taxonomy of Rhynchophora larvae: Adelognatha and Alophinae (Insecta: Coleoptera) Proc. Zool. Soc. Lond. 122 (3): p. 651-795.
- Vigiani, A. y M. Serrano. 2001. Manejo integrado de plagas en papa. I Curso Taller de Manejo Integrado de Plagas. Cátedra de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina. 16 pp.
- Vigiani, A. 1990. Hacia el control integrado de plagas. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, argentina. 123 pp.
- Villano, W.; Vargas, W.; Alcázar J. 1996. Dinámica poblacional del gorgojo de los andes *Premnotrypes latithorax* en campo y almacén, en Cusco. Sociedad Entomológica del Perú. Resúmenes de la XXXVII Convención Nacional de Entomología. Chíncha, Perú. p. 71.

- Wibmer, G. J. and O'Brien, C. W. 1986. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera: curculionidae). Mem. Amer. Entomol. Inst. 39:i-XVI, p. 1-563.
- Wellik, M. J; Slosser, J. E.; Kirby, R. D. 1981. Effects of simulated insect defoliation on potatoes. Am. Potato J. 58:627-632.
- Wille J. 1952. Entomología Agrícola del Perú. Estación Agrícola del Perú. Estación Agrícola de la Molina. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 543 pp.
- Yábar, E. 1994. Manejo Ecológico del gorgojo de los Andes. Ediciones Red de Acción en Alternativos al uso de Agroquímicos (RAAA). Perú. 119 pp.
- Zanabria, E. y M. Banegas. 1997. Entomología económica sostenible. Aquarium Impresores y Editores. Puno, Perú. 187 pp.

ANEXOS

ANEXO 1

CLAVES

1. Clave de géneros de *Premnotrypini* (Kuschel, 1956)

1 (4) Ojos pequeños, con 25 a 50 facetas. Mandíbulas con cicatriz de la pieza caduca ausente o pequeñísima. Postibias sin placa cestillal falsa. Especies negras y brillantes, sin escamas (raras veces con unas pocas) y sin tubérculos.

2 (3) Rostro largo, cilíndrico, unas 5 veces más largo que su menor diámetro. Escapo distante del margen anterior de los ojos.

Rhinotrypes n. g.

3 (2) Rostro corto, sólo el doble más largo que su menor diámetro. El escapo pasa sobre el ojo y alcanza por lo menos hasta la mitad.

Microtrypes n.g.

4 (1). Ojos grandes, con más de 80 facetas. Mandíbulas con cicatriz de la pieza caduca grande. Postibias con placa cestillal falsa. Especies con escamas y tubérculos.

Premnotrypes Pierce

2. Clave de especies de *Premnotrypes* (Kuschel, 1956)

1 (14) Escapo con abundantes escamas. Las escamas y cerdas de la parte dorsal del rostro se dirigen hacia adelante (hay, sin embargo, especies en que no queda muy claramente definida la dirección).

2 (5) 8ª estría irregular, como con puntos supernumerarios.

3 (4) Base del protórax con 6 nódulos bien separados y dispuestos en arco. Prenoto con punteado denso. Rostro más grueso. Lóbulos oculares más salientes. Perú.

1. *solani* Pierce

4 (3) Base del protorax aparentemente con sólo 4 nódulos, pues los laterales están fusionados en un abultamiento mayor. Pronoto con el punteado notablemente espaciado. Rostro más delgado, provisto de un surco suprascrobal profundo y desnudo. Lóbulos oculares menos salientes. Perú.

2. *solanivorax* (Heller)

5 (2) 8ª estria normal, con los puntos en perfecta hilera simple.

6 (13) Epístoma elevado.

7 (8) Escapo corto y muy grueso, no alcanza bien al margen anterior de los ojos. Tibias escamosas también en el borde inferior. Margen anterior del prenoto con refuerzo elevado que se bifurca caudalmente en el medio y que a los lados se dirige hacia el 2º nódulo de la corrida trasversal mediana, afectando el conjunto la forma de dos S, invertida la derecha. Perú.

3. *fractirostris* Marshall

8 (7) Escapo menos grueso, pasa un poco el margen anterior de los ojos. Tibias sin escamas en el borde inferior. Estructura del prenoto diferente.

9 (10) Frente sin abultamiento junto al ojo. Rostro con curvatura dorsal mucho más pronunciada. Elitros planos hasta la 5ª interestria y de ahí caídos casi verticalmente a los lados; los tubérculos de la 7ª interestria mucho menores que los de la 5ª; ésta termina en un grueso callo en la parte alta del declive. Colombia, Ecuador.

4. *vorax* (Hustache)

10 (9) Frente con abultamiento junto al ojo. Rostro con curvatura dorsal suave o mucho menos pronunciada. Elitros convexos trasversalmente hasta la 7ª interestria, cuyos tubérculos son semejantes a los de la 5ª, cayendo verticalmente a los lados sólo a partir de dicha 7ª interestria; la 5ª termina generalmente en un tubérculo mayor, pero sin formar verdadero callo.

11 (12.) Protórax con el abultamiento lateral de la base romo y tan saliente como el abultamiento lateral anterior. El diente inferior de las mandíbulas agudo. Perú, Bolivia, Chile.

5. *latithorax* (Pierce)

12 (11) Protórax con el abultamiento lateral de la base agudo y saliente. El diente inferior de las mandíbulas romo. Perú.

6. *sanfordi* (Pierce)

13 (6) El epístoma muy poco convexo, casi plano. En la parte alta del declive elitral hay 6 tubérculos mayores, 2 sobre la 3ª interestria y uno sobre la 5ª, éste situado entre los otros dos. Perú, Bolivia.

7. *solaniperda* n. sp.

14 (1) Escapo sin escamas. Las escamas y cerdas de la parte dorsal del rostro se dirigen hacia atrás.

15 (16) El escapo delgado pasa el margen anterior de los ojos. La 3ª interestría termina en la parte alta del declive en un tubérculo muy elevado. Bolivia.

8. *clivosus* n. sp.

16 (15) El escapo alcanza cuando más al margen anterior de los ojos. La 3ª interestría no tiene un tubérculo considerablemente mayor al comienzo del declive.

17 (18) Sutura en el declive con un callo. Perú.

9. *suturicallus* n. sp.

18 (17) Sutura sin callo en el declive.

19 (20) Protórax escamoso y más o menos áspero. La 7ª interestría forma un borde del disco bastante pronunciado. La 3ª y 5ª interestría poseen cada una un tubérculo mayor, cuya caída posterior es vertical. Bolivia.

10. *zischkai* n. sp.

20 (19) Protórax un tanto irregular pero liso y con escamas escasa en el disco. La 7ª interestría no forma un borde pronunciado que limita el disco. Los tubérculos de las interestrías impares bajos y romos. Perú.

11. *pusillus* n. sp.

3. Clave para especies de *Rhigopsidius* Heller

1 Márgenes del protorax con notable filo, tubérculo débilmente sobresalido; quillas laterales de disco reemplazado en la mitad basal por pequeños tubérculos, margen con tubérculos; tubérculo elitral sólo antes del declive apical, en el intervalo 2 aovado, margen posterior uniformemente redondeado; ápice del aedeagus agudo, saco interior con un par de escleritos como dedos; 8vo esterno de hembra con brazos esclerotizados bifurcados cerca de la base; styli del hemiesternitos en forma de trompeta.

R. tucumanus Heller

1 * Márgenes de prothorax grotesco, tubérculos fuertemente sobresalientes; quillas laterales del disco alcanza la base, margen con quilla; tubérculo del élitro sólo antes del declive apical en el intervalo, 2º margen alargado-aovado, margen posterior aplanado y afilado hacia el ápice; ápice del aedeagus redondeado, saco interior con un par de escleritos como agujas; 8º esternón de hembra con brazos esclerotizados ligeramente bifurcados cerca al ápice; styli del hemisternites ligeramente cóncavo.

R. piercei Heller

ANEXO 2

Cuadro 1. Información de temperatura y precipitación por lugar de ejecución, campaña agrícola 2002-2003 y promedios 1960-1990. Fuente: SENAMHI.

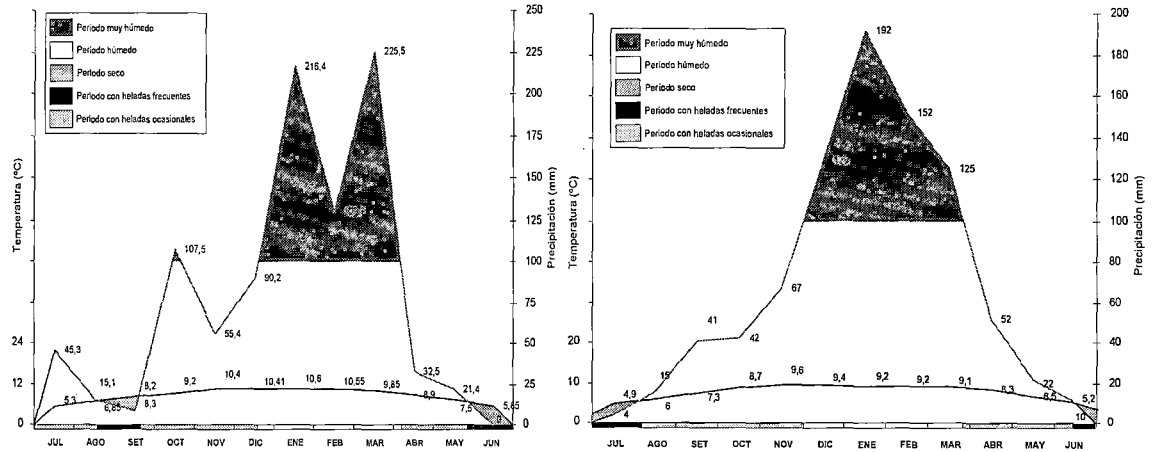
PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA POR LUGAR (CAMPAÑA AGRICOLA 2002-2003)												
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
TAHUACO	5.3	6.85	8.3	9.2	10.4	10.4	10.6	10.6	9.85	8.9	7.5	5.85
ILAVE	5.15	6.9	8.4	9.85	10.4	10.7	10.6	9.15	10	9	7.5	6.1
CAPACHICA	5.75	6.75	8	9	9.4	9.6	9.95	10.4	9.7	9.05	7.45	5.2
MAÑAZO	5.7	8.5	9.15	9.7	10.2	10.5	10.4	10.1	9.6	8.8	7.65	5.35
JULI	5.4	6.6	8.05	9.45	10.1	10.3	9.95	10	9.65	8.8	7.45	5.85
AZANGARO	5.25	6.7	9.1	9.75	10.6	10.9	10.5	10.9	10.3	9.45	7.5	4.65
Z.A. CIRCUNLACUSTRE	5.4	6.83	8.23	9.35	10.1	10.2	10.4	10	9.85	8.98	7.48	5.72
Z.A. SUNI	5.45	7.27	8.77	9.63	10.3	10.6	10.3	10.3	9.85	9.02	7.53	5.28

PROMEDIO MENSUAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL POR LUGAR (CAMPAÑA AGRICOLA 2002-2003)												
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
TAHUACO	45.3	15.1	8.2	108	55.4	90.2	216	130	226	32.5	21.4	0
ILAVE	43.6	15.2	10.3	69.8	80.7	108	168	78.9	172	14.5	24.3	0.5
CAPACHICA	16.7	13.7	62.4	146	89.7	109	251	147	175	36.1	18.3	6.8
MAÑAZO	12.4	6.8	9.7	77.2	70.7	98.5	137	78.8	139	23.4	14.1	3.7
JULI	42.2	10.9	3.7	39.4	37.4	107	230	143	305	39.3	23.4	0
AZANGARO	10.8	9.7	15	187	87.1	171	150	95.3	109	58.9	4.7	5.7
Z.A. CIRCUNLACUSTRE	35.2	14.7	27	108	75.3	102	212	119	191	27.7	21.3	2.43
Z.A. SUNI	21.8	9.13	9.47	101	65.1	125	172	106	184	40.5	14.1	3.13

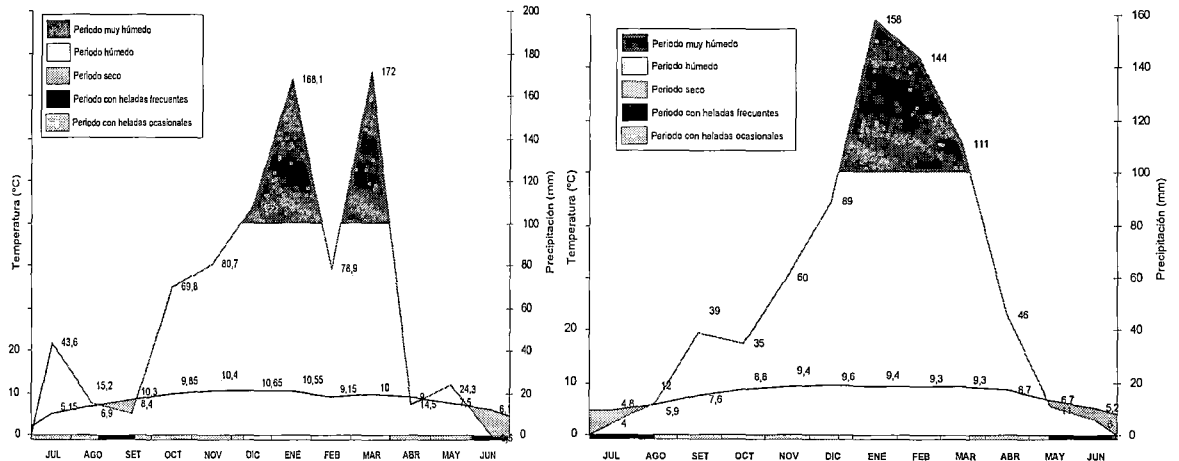
PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE LA TEMPERATURA (1960-1990)													
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
YUNGUYO	4.9	6	7.3	8.7	9.6	9.4	9.2	9.2	9.1	8.3	6.5	5.2	7.8
ILAVE	4.8	5.9	7.6	8.8	9.4	9.6	9.4	9.3	9.3	8.7	6.7	5.2	7.9
CAPACHICA	5.7	6.5	7.7	8.4	8.7	8.8	8.9	9	8.9	8.5	7.1	6.1	7.9
MAÑAZO	3.6	5.3	6.8	8.1	9.1	9.6	9.5	9.4	9.3	8.1	6	4.3	7.4
JULI	5.6	6.6	7.9	9	9.5	9.6	9.3	9.2	9.2	8.6	7.4	6	8.2
AZANGARO	5.4	6.4	8.3	9.8	10.1	10.2	10	10	9.7	9	7	5.5	8.5
Z.A. CIRCUNLACUSTRE	5.1	6.1	7.5	8.6	9.2	9.3	9.2	9.2	9.1	8.5	6.8	5.5	7.9
Z.A. SUNI	4.9	6.1	7.7	9.0	9.6	9.8	9.6	9.5	9.4	8.6	6.8	5.3	8.0

PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL (1960-1990)													
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	AÑO
YUNGUYO	4	15	41	42	67	129	192	152	125	52	22	10	850
ILAVE	4	12	39	35	60	89	158	144	111	46	11	6	715
CAPACHICA	4	7	32	39	68	117	174	157	137	53	15	4	808
MAÑAZO	1	4	19	27	49	102	177	145	111	34	10	4	685
JULI	4	13	38	41	72	123	182	171	139	57	16	6	862
AZANGARO	2	7	29	37	64	89	117	93	83	54	8	4	587
Z.A. CIRCUNLACUSTRE	4	11.3	37.3	38.7	65.0	111.7	174.7	151.0	124.3	50.3	16.0	6.7	791.0
Z.A. SUNI	2.3	8.0	28.7	35.0	61.7	104.7	158.7	136.3	111.0	48.3	11.3	4.7	711.3

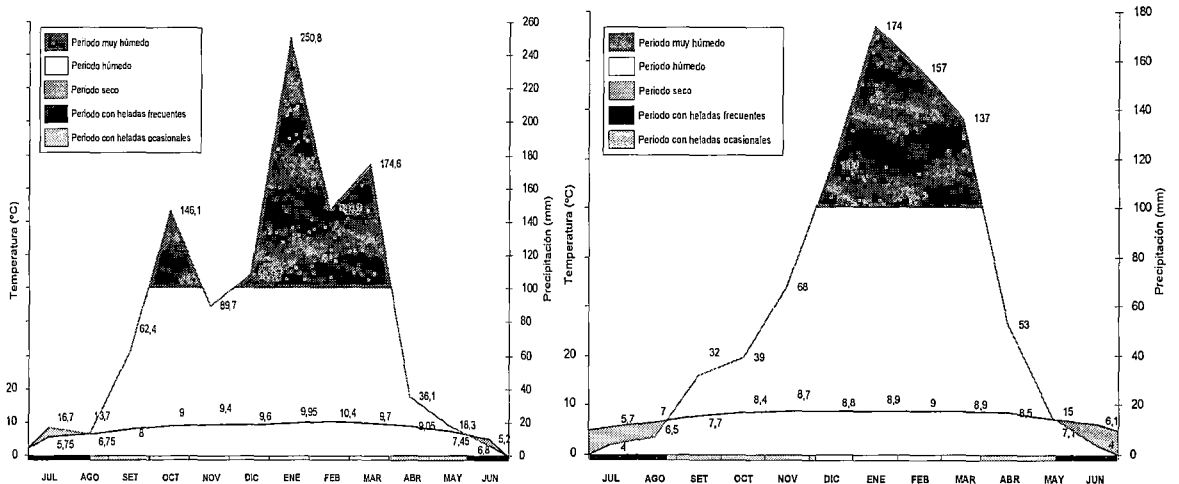
GRAFICOS DE CLIMADIAGRAMAS POR LUGAR



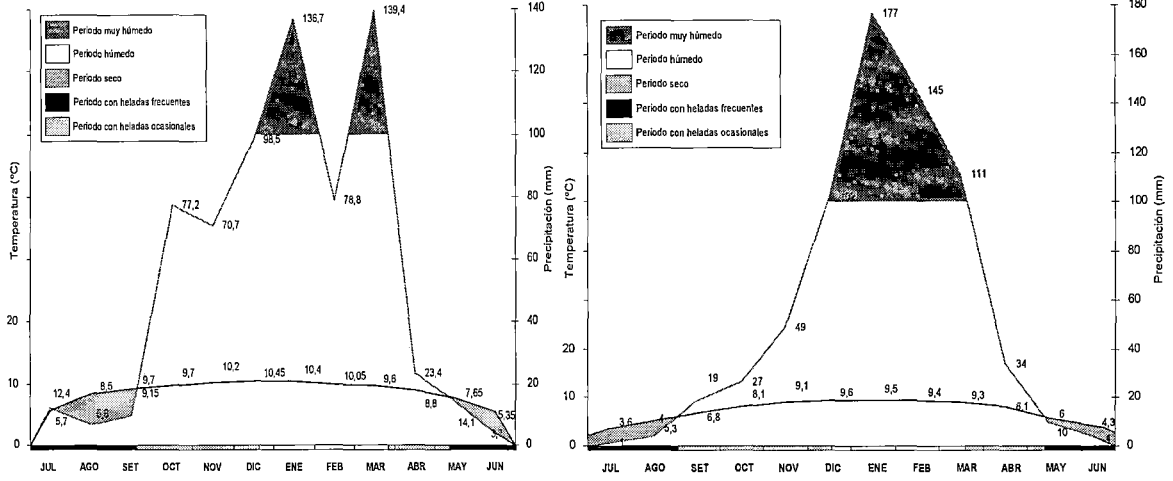
Graf. 1. Climadiagramas de Tahuaco 2002-2003 y Yunguyo 1960-1990



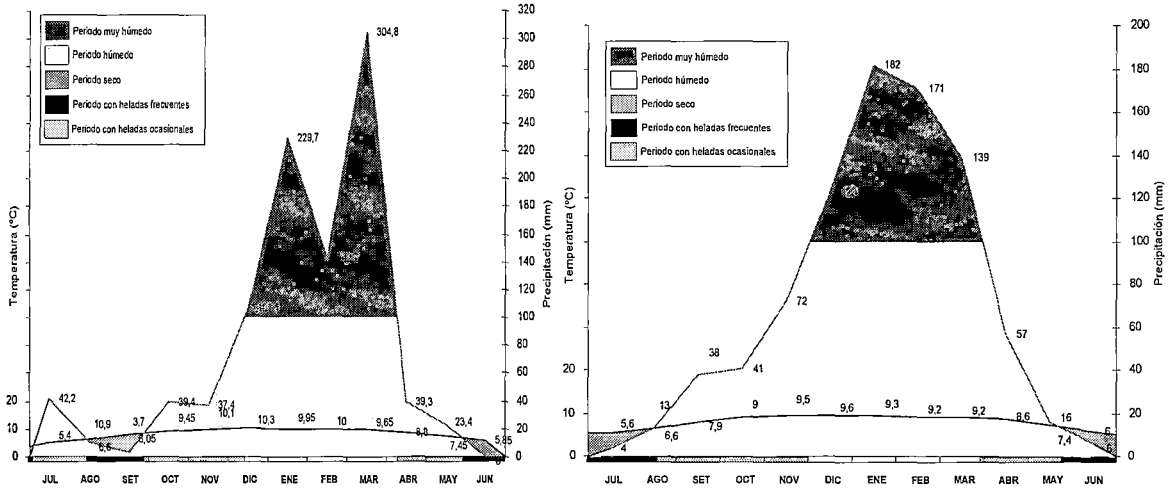
Graf. 2. Climadiagramas de llave 2002-2003 y 1960-1990



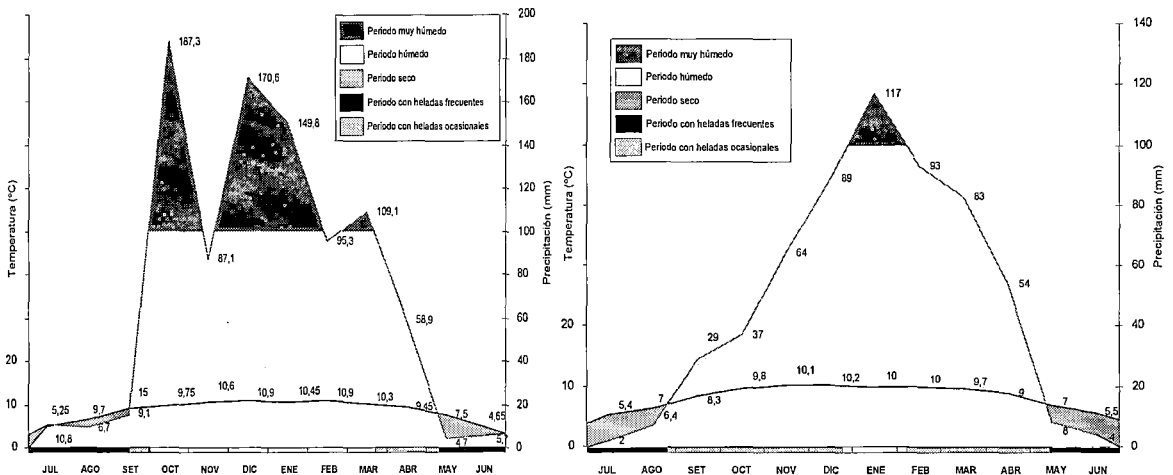
Graf. 3. Climadiagramas de Capachica 2002-2003 y 1960-1990



Graf. 4. Climadiagramas de Mañazo 2002-2003 y 1960-1990



Graf. 5. Climadiagramas de Juli 2002-2003 y 1960-1990



Graf. 6. Climadiagramas de Azangaro 2002-2003 y 1960-1990

ANEXO 3

The SAS System

ANALISIS DE DATOS DE GORGOJOS ADULTOS TOTALES

CON DATOS TRANSFORMADOS

Class	Levels	Values
ZA	2	1 2
LUG	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 240

General Linear Models Procedure

Cuadro 1.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ZA	1	106.47739141	106.47739141	22.29	0.0001
LUG(ZA)	4	51.35533749	12.83883437	2.69	0.0320
Error	234	1117.68243477	4.77642066		
Corrected Total	239	1275.51516368			
R-Square		C.V.	Root MSE	GORTT Mean	
0.123740		33.11512	2.18550238	6.59971112	

Duncan's Multiple Range Test for variable: GORTT

Alpha= 0.01 df= 234 MSE= 4.776421

Number of Means 2
Critical Range .7328

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 2.

Duncan Grouping	Mean	ZA
A	7.2658	1 (Circunlacustre)
B	5.9336	2 (Suni)

Level of LUG	Level of ZA	N	-----GORTT-----	
			Mean	SD
1	1	40	6.62523323	2.08935879
2	1	40	8.12364249	2.19122555
3	1	40	7.04848238	2.45866257
4	2	40	5.73395072	2.40657415
5	2	40	5.90973418	1.80456457
6	2	40	6.15722370	2.09727451

General Linear Models Procedure
 Least Squares Means
 Adjustment for multiple comparisons: Tukey

ZA	GORTT LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T H0:LSMEAN=0	Pr > T H0: LSMEAN1=LSMEAN2
1	7.26578604	0.19950816	0.0001	0.0001
2	5.93363620	0.19950816	0.0001	

LUG	ZA	GORTT LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T H0:LSMEAN=0	LSMEAN Number
1	1	6.62523323	0.34555827	0.0001	1
2	1	8.12364249	0.34555827	0.0001	2
3	1	7.04848238	0.34555827	0.0001	3
4	2	5.73395072	0.34555827	0.0001	4
5	2	5.90973418	0.34555827	0.0001	5
6	2	6.15722370	0.34555827	0.0001	6

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6
1	.	0.0289	0.9542	0.4525	0.6874	0.9307
2	0.0289	.	0.2417	0.0001	0.0001	0.0011
3	0.9542	0.2417	.	0.0811	0.1862	0.4525
4	0.4525	0.0001	0.0811	.	0.9992	0.9541
5	0.6874	0.0001	0.1862	0.9992	.	0.9959
6	0.9307	0.0011	0.4525	0.9541	0.9959	.

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 5 MSE= 0

Number of Means 2
 Critical Range 0

Means with the same letter are not significantly different.
 Cuadro 3.

Duncan Grouping	Mean	ZA
A	7.264	1 (Circunlacustre)
B	5.933	2 (Sunl)

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 5 MSE= 0

Number of Means 2 3 4 5 6
 Critical Range 0 0 0 0 0

Cuadro 4.

Duncan Grouping	Mean	LUG
A	8.123	2 (Wilamaya)
B	7.047	3 (Capachica)
C	6.623	1 (S.J. Tahuaco)
D	6.156	6 (Chaupi S.)
E	5.910	5 (Irupalca)
F	5.733	4 (Caballa)

ANEXO 4

ANALISIS DE DATOS DE ESPECIES DE GORGOJOS ADULTOS MAS IMPORTANTES

CON DATOS TRANSFORMADOS

Class	Levels	Values
ZA	2	1 2
LUG	6	1 2 3 4 5 6
ESP	4	1 2 4 8

Number of observations in data set = 960

Cuadro 1.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ZA	1	43.09950817	43.09950817	27.26	0.0001
LUG(ZA)	4	44.26292211	11.06573053	7.00	0.0001
ESP	3	196.35357962	732.11785987	463.02	0.0001
ZA*ESP	3	81.58259861	27.19419954	17.20	0.0001
LUG*ESP	12	25.50666295	2.12555525	1.34	0.1876
Error	936	1479.99416727	1.58119035		
Corrected Total	959	3870.79943873			
R-Square		C.V.	Root MSE		NUMT Mean
0.617652		43.84485	1.25745392		2.86796250

Duncan's Multiple Range Test for variable: NUMT

Alpha= 0.05 df= 936 MSE= 1.58119

Number of Means 2
Critical Range .1593

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 2.

Duncan Grouping	Mean	ZA
A	3.07985	1 (Circunlacustre)
B	2.65608	2 (Suni)

Level of LUG	Level of ZA	N	-----NUMT----- Mean	SD
1	1	160	2.81598305	2.02847390
2	1	160	3.48201196	2.34198061
3	1	160	2.94154798	2.28002990
4	2	160	2.58054456	1.74926106
5	2	160	2.60004074	1.71630381
6	2	160	2.78764673	1.72958735

Duncan's Multiple Range Test for variable: NUMT

Alpha= 0.05 df= 936 MSE= 1.58119

Number of Means 2 3 4
 Critical Range .2253 .2372 .2452

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 3.

Duncan Grouping	Mean	ESP
A	5.4040	1 (P. solaniperda)
B	2.6232	8 (P. latithorax)
C	1.8555	4 (L. Punicola)
D	1.5892	2 (R. piercei)

Level of ZA	Level of ESP	N	-----NUMT-----	
			Mean	SD
1	1	120	6.06148835	2.32632555
1	2	120	1.77559386	0.77063747
1	4	120	1.69544222	0.69243864
1	8	120	2.78686622	0.96146423
2	1	120	4.74642457	1.65659987
2	2	120	1.40279922	0.47508091
2	4	120	2.01559030	1.02689664
2	8	120	2.45949528	1.26060529

Level of LUG	Level of ESP	N	-----NUMT-----	
			Mean	SD
1	1	40	5.37948201	2.38288198
1	2	40	1.64779306	0.72308317
1	4	40	1.63899443	0.68962812
1	8	40	2.59766271	0.69955918
2	1	40	6.69829172	2.24359784
2	2	40	2.12007765	0.80400967
2	4	40	1.86465998	0.65870360
2	8	40	3.24501848	0.99735807
3	1	40	6.10669132	2.21494251
3	2	40	1.55891089	0.67542720
3	4	40	1.58267226	0.71263220
3	8	40	2.51791746	1.00516189
4	1	40	4.58434412	2.02137019
4	2	40	1.48067243	0.51401801
4	4	40	2.10019595	1.09271572
4	8	40	2.15696573	1.07297756
5	1	40	4.84128645	1.44539783
5	2	40	1.32820653	0.40619234
5	4	40	1.77065062	0.81006259
5	8	40	2.46001936	1.24994555
6	1	40	4.81364316	1.46893981
6	2	40	1.39951869	0.49752973
6	4	40	2.17592433	1.12789948
6	8	40	2.76150074	1.39563924

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.179404

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.6384	.6692	.6883	.7014	.7107

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 4.

Duncan Grouping	Mean	LUG
A	3.4820	2 (Wilamaya)
B	2.9415	3 (Capachica)
B	2.8160	1 (S.J. Tahuaco)
B	2.7730	6 (Chaupi S.)
B	2.6000	5 (Irupalca)
B	2.5805	4 (Caballa)

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.179404

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.5212	.5464	.5620

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 5.

Duncan Grouping	Mean	ESP
A	5.4037	1 (P. Solaniperda)
B	2.6233	8 (P. latithorax)
C	1.8557	4 (L. punicola)
C	1.5793	2 (R. piercei)

ANEXO 5

ANALISIS DE DATOS DE INDICE DE DAÑO DATOS REALES

Class	Levels	Values
ZA	2	1 2
LUG	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 240

General Linear Models Procedure

Cuadro 1.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
ZA	1	1.47768427	1.47768427	5.11	0.0248
LUG(ZA)	4	0.81346838	0.20336710	0.70	0.5908
Error	234	67.72102000	0.28940607		
Corrected Total	239	70.01217265			
R-Square		C.V.	Root MSE	ID Mean	
0.032725		33.53007	0.53796475	1.60442500	

Duncan's Multiple Range Test for variable: ID

Alpha= 0.05 df= 234 MSE= 0.289406

Number of Means 2
Critical Range .1368

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 2.

Duncan Grouping	Mean	ZA
A	1.68289	1 (Circunlacustre)
B	1.52596	2 (Suni)

Level of LUG	Level of ZA	N	-----ID----- Mean	SD
1	1	40	1.69827500	0.29049030
2	1	40	1.71217500	0.47597090
3	1	40	1.63822500	0.61742802
4	2	40	1.63302500	0.68691426
5	2	40	1.47755000	0.57998200
6	2	40	1.46730000	0.48585575

General Linear Models Procedure
Least Squares Means
Adjustment for multiple comparisons: Tukey

ZA	ID LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T H0:LSMEAN=0	Pr > T H0: LSMEAN1=LSMEAN2
1	1.68289167	0.04910924	0.0001	0.0248
2	1.52595833	0.04910924	0.0001	

LUG	ZA	ID LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T H0:LSMEAN=0	LSMEAN Number
1	1	1.69827500	0.08505969	0.0001	1
2	1	1.71217500	0.08505969	0.0001	2
3	1	1.63822500	0.08505969	0.0001	3
4	2	1.63302500	0.08505969	0.0001	4
5	2	1.47755000	0.08505969	0.0001	5
6	2	1.46730000	0.08505969	0.0001	6

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6
1	.	1.0000	0.9962	0.9943	0.4454	0.3925
2	1.0000	.	0.9899	0.9862	0.3743	0.3254
3	0.9962	0.9899	.	1.0000	0.7648	0.7143
4	0.9943	0.9862	1.0000	.	0.7890	0.7404
5	0.4454	0.3743	0.7648	0.7890	.	1.0000
6	0.3925	0.3254	0.7143	0.7404	1.0000	.

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: Y

Alpha= 0.05 df= 5 MSE= 0.099732

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.8118	.8371	.8478	.8516	.8518

Means with the same letter are not significantly different.

Cuadro 3.

Duncan Grouping	Mean	LUG
A	1.9665	6 (Chaupi S.)
A	1.7125	2 (Wilamaya)
A	1.6950	1 (S.J. Tahuaco)
A	1.6370	3 (Capachica)
A	1.6335	4 (Caballa)
A	1.4775	5 (Irupalca)

ANEXO 6

ANEXO DE FOTOS

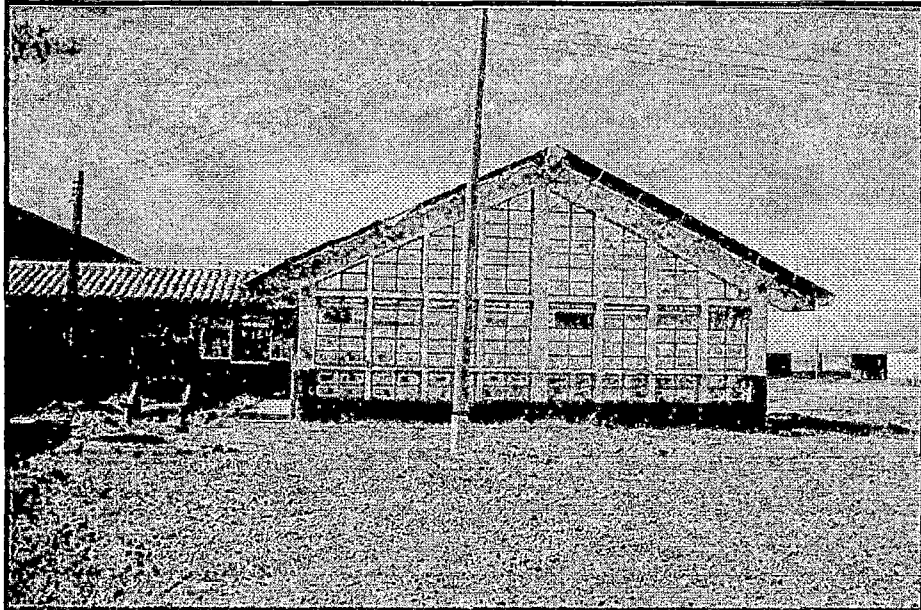
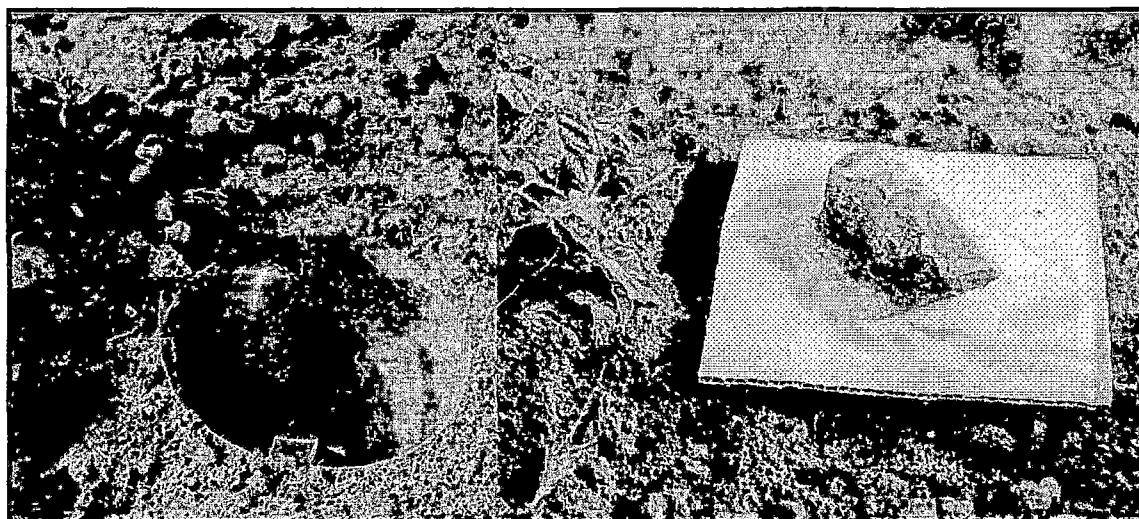
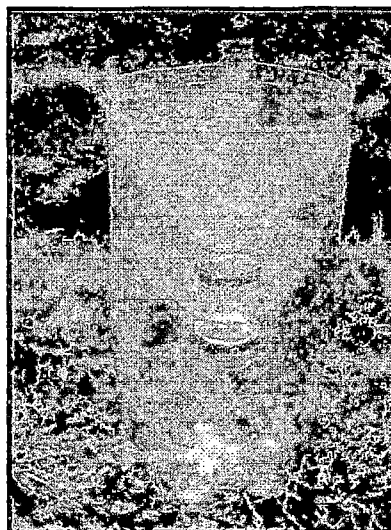


Foto 1. Laboratorio de entomología de la Estación Experimental Illpa del INIA



Fotos 2 y 3. Montaje, identificación y caracterización de especímenes capturados en trampas de caída

Foto 4. Trampa de caída tipo Barber modificada



Fotos 5 y 6. Trampa de caída instalada en campo de papa

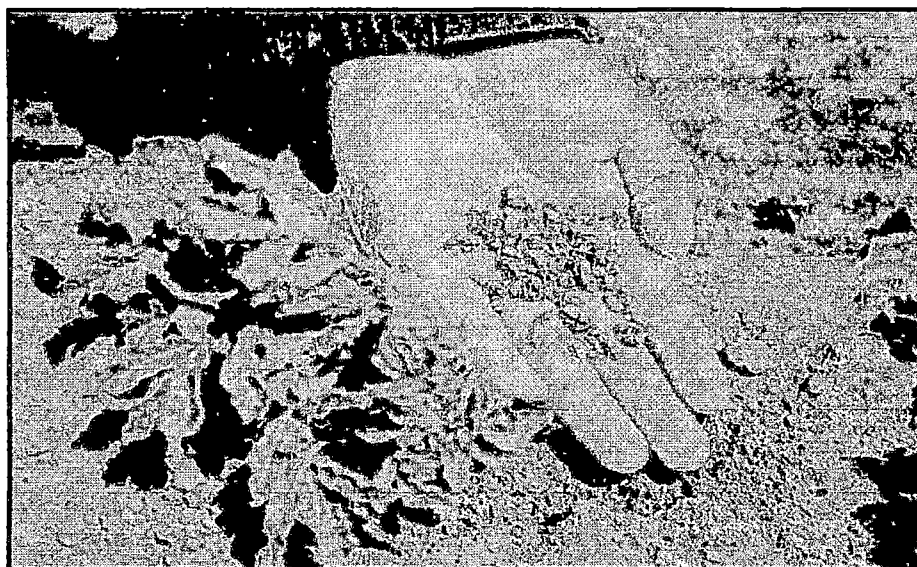


Foto 7. Evaluación y conteo de especímenes capturados en trampas

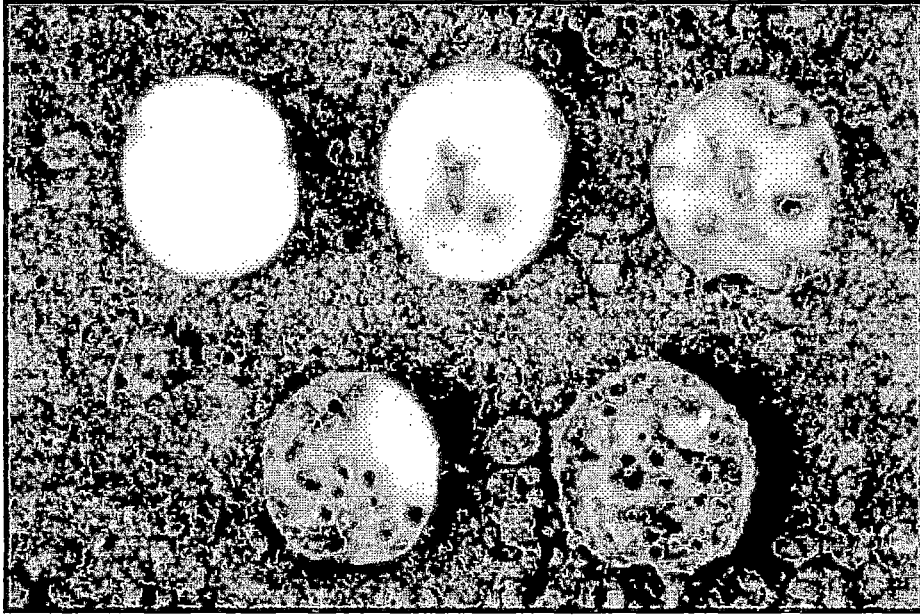
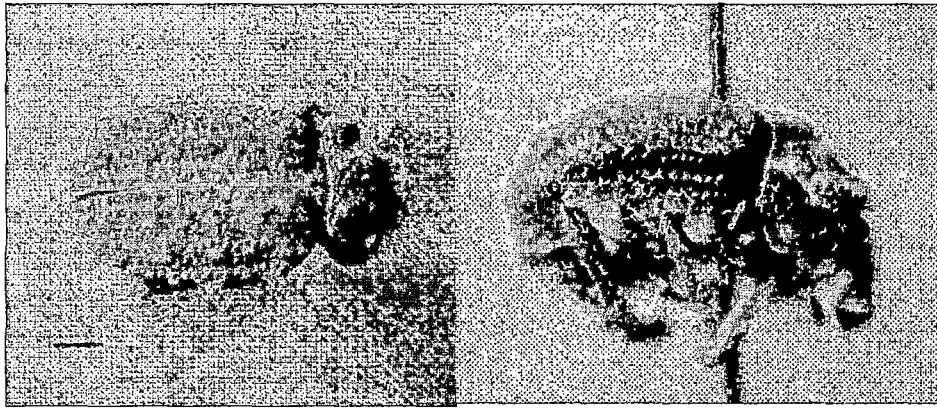


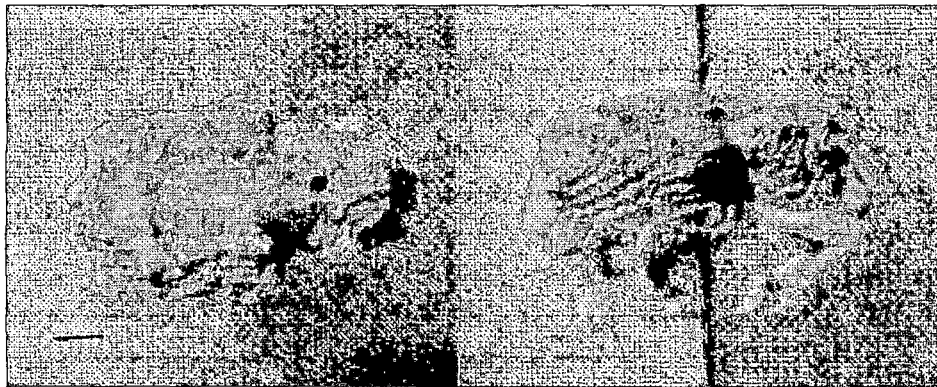
Foto 8. Grado de daño, según escala visual (arriba: grados 1, 2 y 3, abajo: grados 4 y 5)



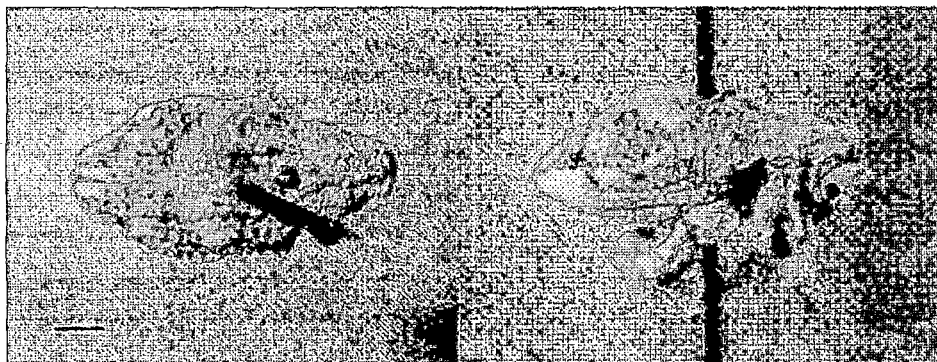
Fotos 9 y 10. Frascos de crianza acondicionados.



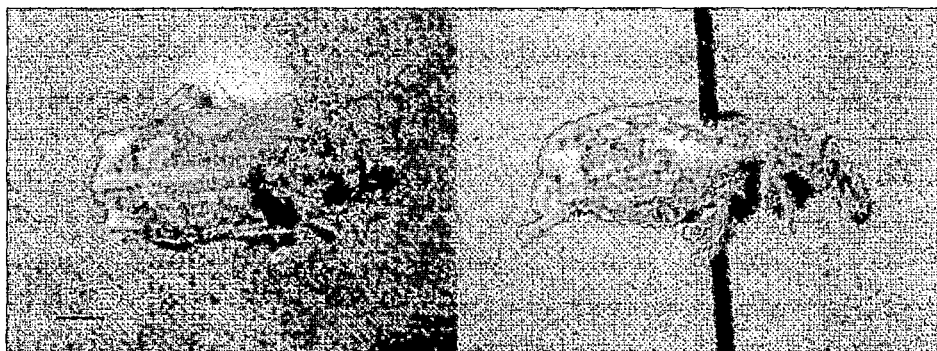
Fotos 11 y 12. Adulto de *Premnotrypes solaniperda*, vista dorsal y lateral



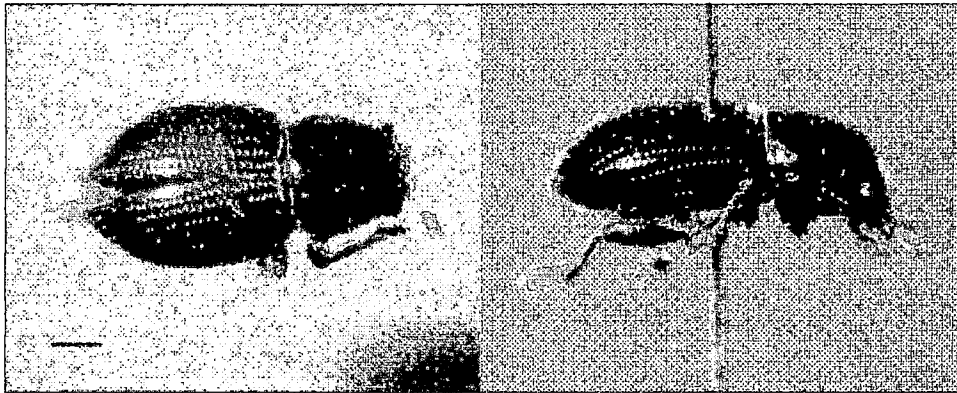
Fotos 13 y 14. Adulto de *Rigopsidius piercei*, vista dorsal y lateral



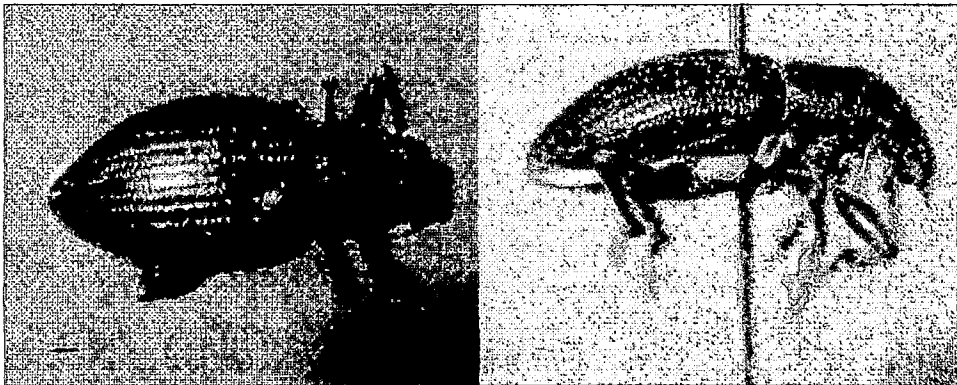
Fotos 15 y 16. Adulto de *Rigopsidius tucumanus*, vista dorsal y lateral



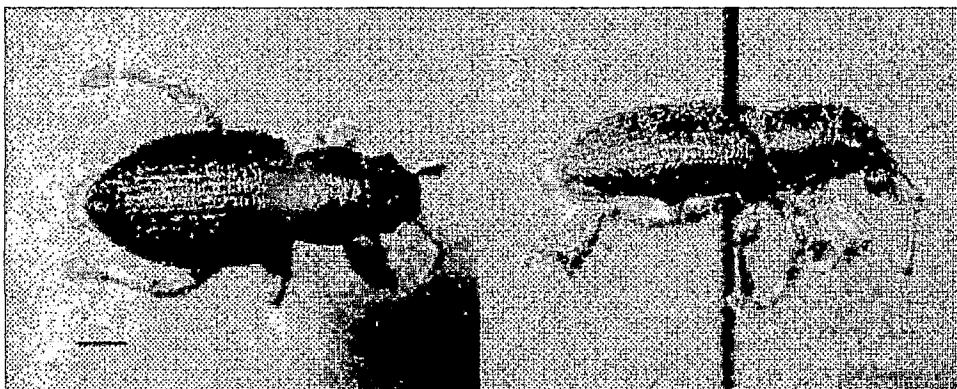
Fotos 17 y 18. Adulto de *Listroderes punicola*, vista dorsal y lateral



Fotos 19 y 20. Adulto de *Rhinoncus* sp, vista dorsal y lateral



Fotos 21 y 22. Adulto de *Amitrus* sp, vista dorsal y lateral



Fotos 23 y 24. Adulto de Morfotipo 7, vista dorsal y lateral



Fotos 25 y 26. Adulto de *P. latithorax*, vista dorsal y lateral



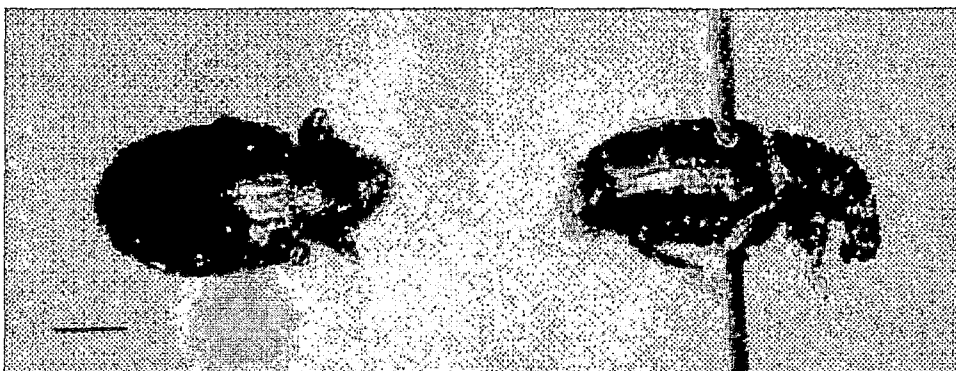
Fotos 27 y 28. Adulto de Morfotipo 9, vista dorsal y lateral



Fotos 29 y 30. Adulto de Morfotipo 10, vista dorsal y lateral



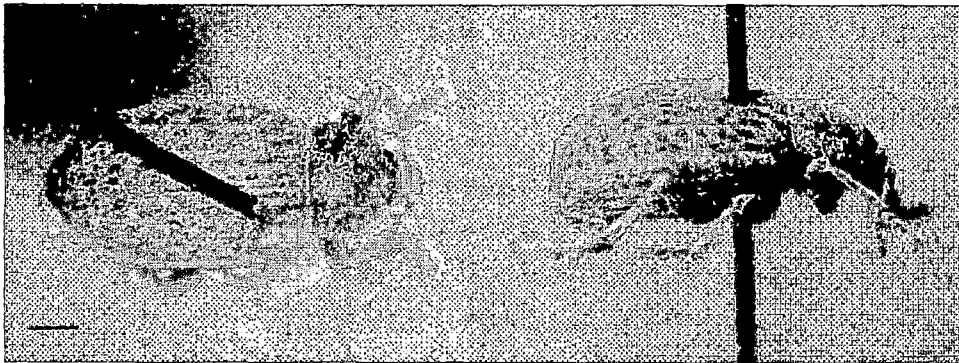
Fotos 31 y 32. Adulto de Morfotipo 11, vista dorsal y lateral



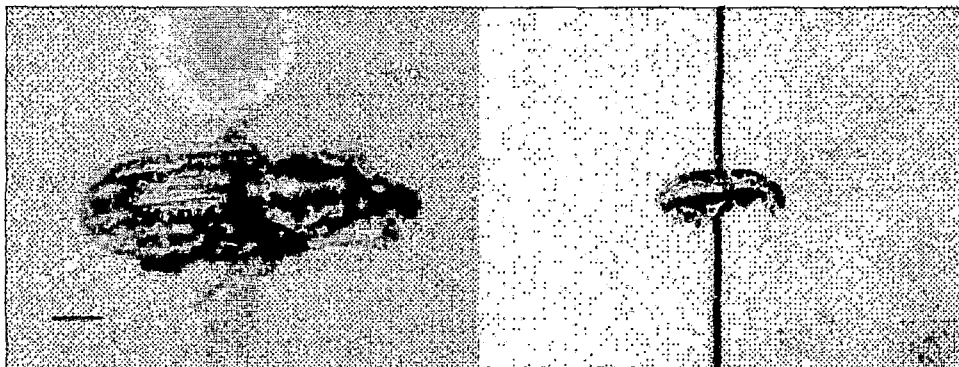
Fotos 33 y 34. Adulto de Morfotipo 12, vista dorsal y lateral



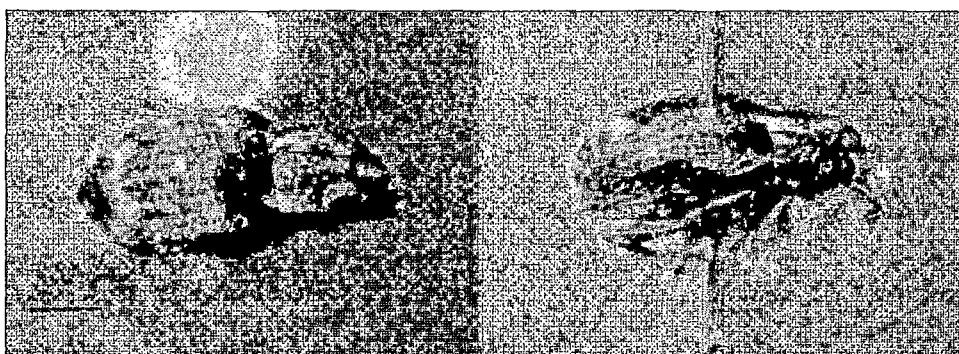
Fotos 35 y 36. Adulto de Morfotipo 13, vista dorsal y lateral



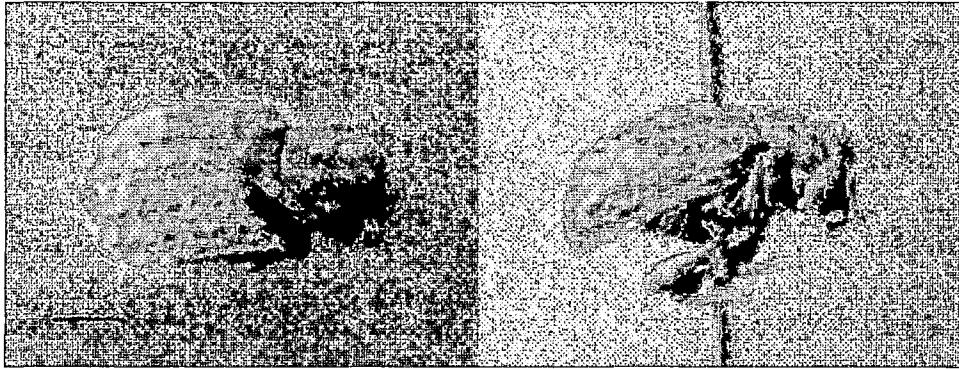
Fotos 37 y 38. Adulto de Morfotipo 14, vista dorsal y lateral



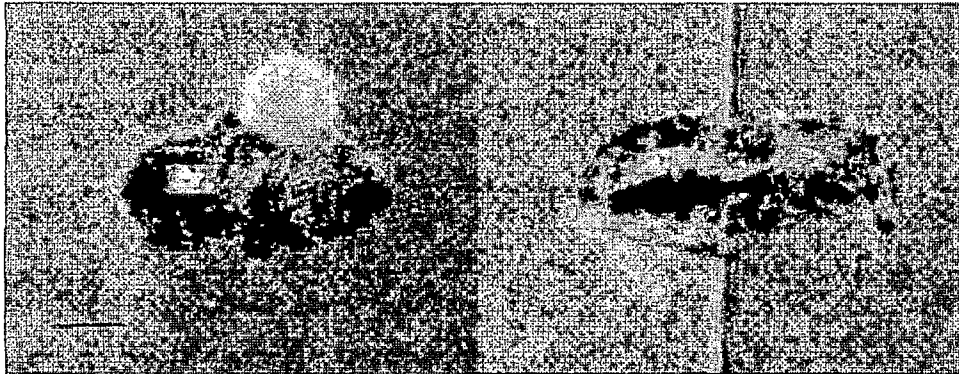
Fotos 39 y 40. Adulto de Morfotipo 15, vista dorsal y lateral



Fotos 41 y 42. Adulto de Morfotipo 16, vista dorsal y lateral



Fotos 43 y 44. Adulto de Morfotipo 17, vista dorsal y lateral



Fotos 45 y 46. Adulto de Morfotipo 18, vista dorsal y lateral



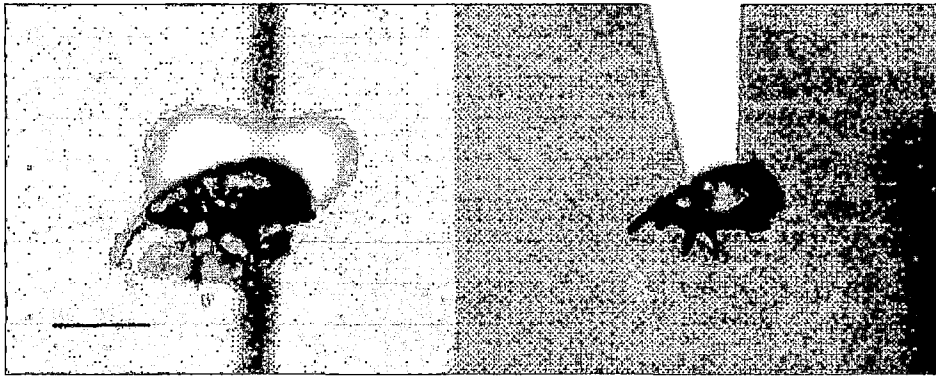
Fotos 47 y 48. Adulto de Morfotipo 19, vista dorsal y lateral



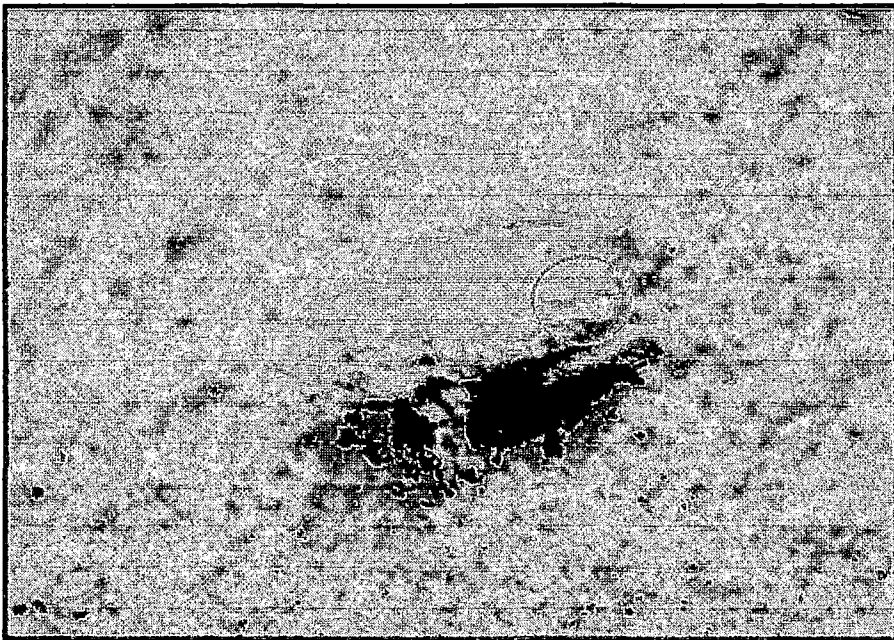
Fotos 49 y 50. Adulto de Morfotipo 20, vista dorsal y lateral



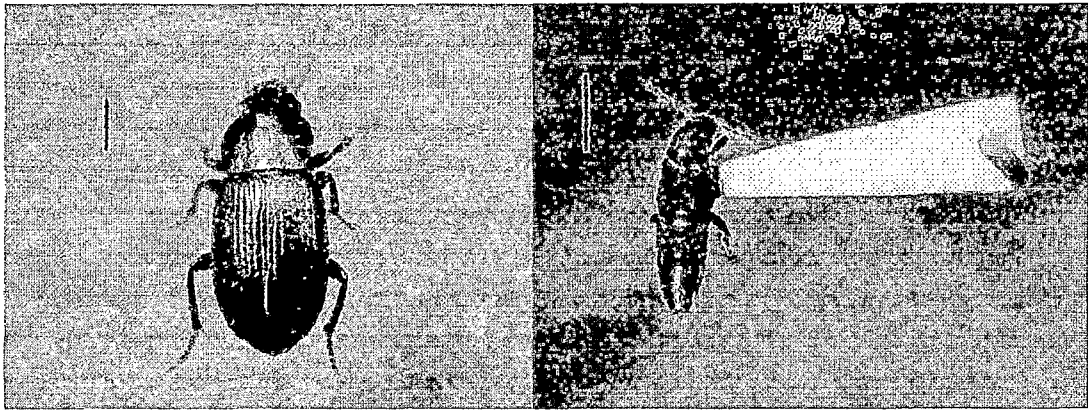
Fotos 51 y 52. Adulto de Morfotipo 21, vista dorsal y lateral



Fotos 53 y 54. Adulto de Morfotipo 22, vista dorsal y lateral



Fotos 55. Adulto de *P. solaniperda*, nótese los tubérculos en élitros



Fotos 56 y 57. Predadores, adulto de carábido y adulto de estafilínido

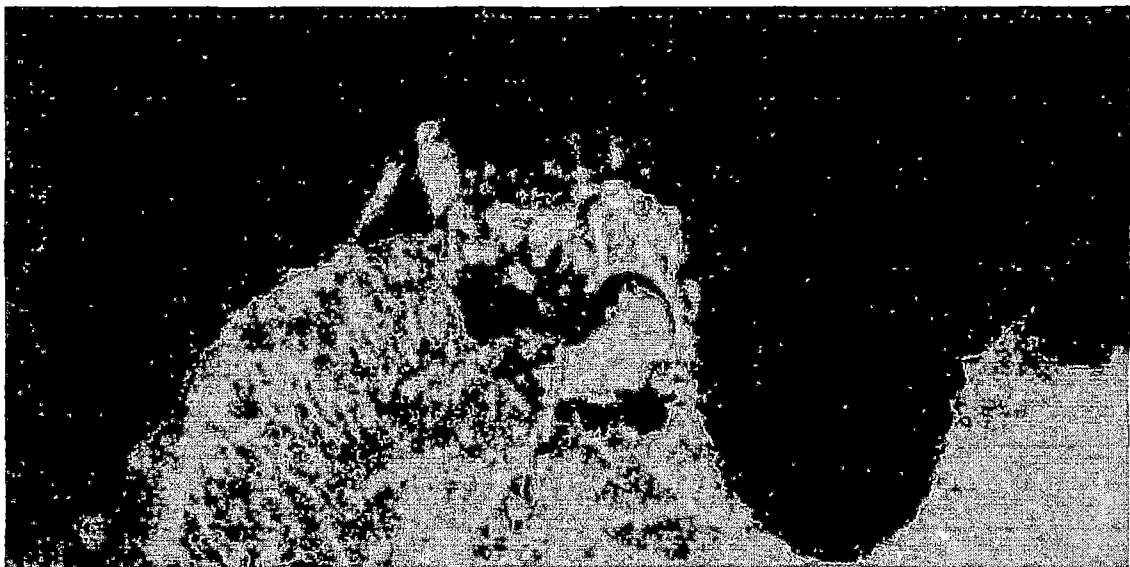
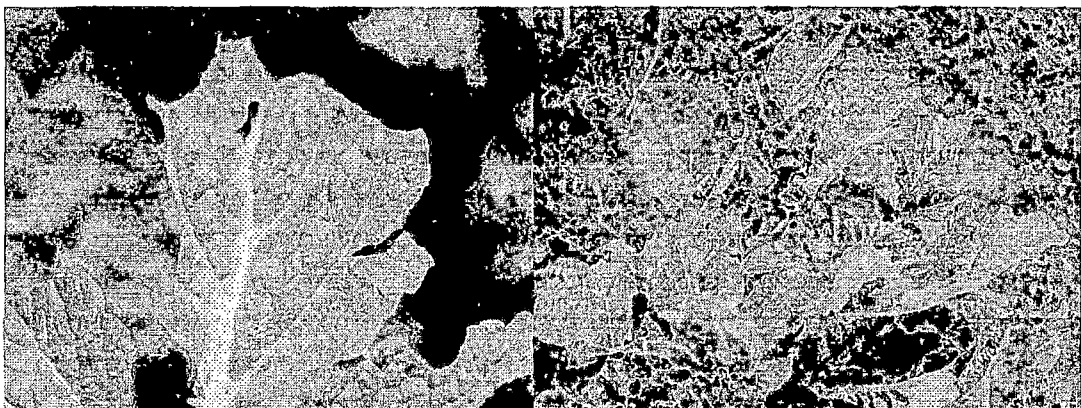


Foto 58. Adulto de *Premnotrypes* alimentándose de foliolo, nótese las comeduras características



Fotos 59 y 60. Comeduras características de adultos de *Listroderes*, *Rhinoncus* y *Amitrus*

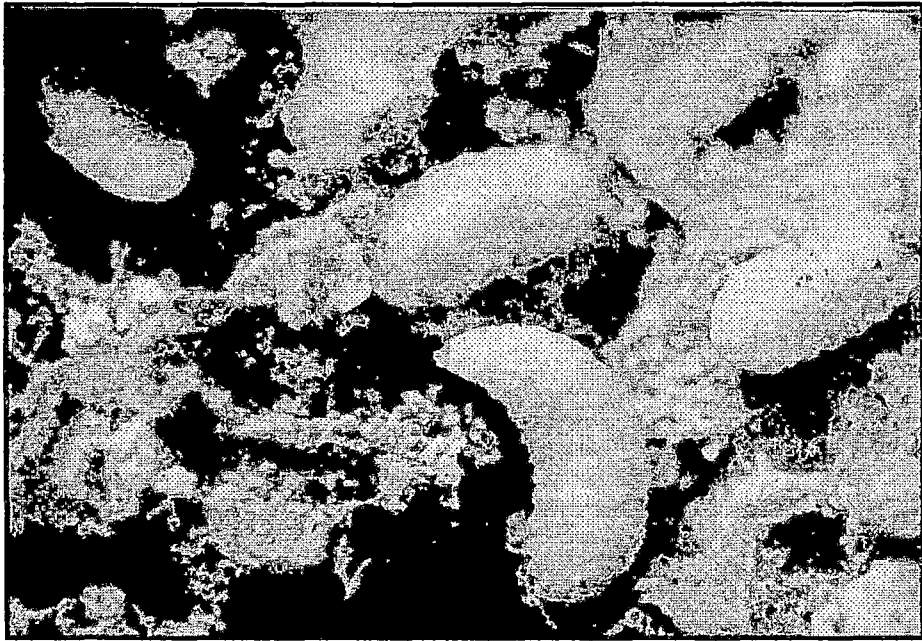


Foto 61. Larvas y Daños característicos en tubérculo de papa.