



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**REPOBLAMIENTO ASISTIDO DE *Notiobia schnusei* EN EL
CULTIVO DE PAPA Y SU EFECTO EN EL CONTROL
BIOLÓGICO DE GORGOJO DE LOS ANDES, ILAVE, PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ROCÍO PAOLA QUICO TUNCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

*A mi querido padre **Paulino Quico Parí** por su amor, comprensión, trabajo y sacrificio en todos mis años de vida, gracias a ti logramos llegar hasta aquí y convertirnos en lo que hoy somos, es un privilegio ser tu hija.*

*A mis adorables abuelos **Anastasio y Genoveva**, por todo su amor y apoyo.*

*A mi querida tía **Glenda Regina** y esposo **Luis Alberto**, por sus consejos, cariño, por acogerme en su hogar y considerarme una hija más.*

*A mis queridos tíos **Eufemio, Víctor, Luisa, Eufemia** por formar parte de mi vida, por sus enseñanzas y paciencia, por ser mis padres cuando lo necesite.*

*A mis queridas tías **Josefa y Paty**, por su cariño apoyo, por inculcarme el amor a Dios.*

*A mis primos **Haydee, Gabino, Paúl, Tania, Rodrigo, Sandro, Rayza y Arturo**, por su cariño y la alegría que siempre imparten.*

Rocío Paola Quico Tunco.



AGRADECIMIENTOS

- ❖ *A Dios, por ser fuente de mi inspiración e iluminar mi camino, por permitirme llegar a cumplir uno de mis anhelos más deseados.*
- ❖ *A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por ser mi alma mater de mis estudios universitarios, acogerme en sus aulas y brindarme conocimientos para formarme profesionalmente.*
- ❖ *A la Facultad de Ciencias Biológicas y toda la plana docente, agradecerles por los conocimientos impartidos, que contribuyeron al enriquecimiento de mis conocimientos.*
- ❖ *A mi director de Tesis M.Sc. Alfredo Ludwig Loza del Carpio, por su apoyo en la realización de la presente investigación.*
- ❖ *A todos mis amigos por su cariño, consejos y momentos gratos que siempre he de recordar con mucha alegría.*



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN..... 11

ABSTRACT..... 12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL 15

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES..... 16

2.2 MARCO TEÓRICO 21

2.2.1 CULTIVO DE LA PAPA 21

2.2.2 IMPORTANCIA NUTRICIONAL 22

2.2.3 IMPORTANCIA AGROECONÓMICA 22

2.2.4 PRODUCCIÓN DE LA PAPA EN EL PERÚ 22

2.2.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PAPA..... 23

2.2.6 PLAGAS QUE AMENAZAN AL CULTIVO DE LA PAPA 23

2.2.7 CONTROL BIOLÓGICO EN LA REGULACIÓN DE PLAGAS 24

2.2.8 GORGOJO DE LOS ANDES (*PREMNOTRYPES SPP.*) 24

2.2.9 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL GORGOJO 25

2.2.10 BIOLOGÍA Y HÁBITOS DEL GORGOJO DE LOS ANDES 25



2.2.11	DAÑO DEL GORGOJO DE LOS ANDES.....	25
2.2.12	CICLO BIOLÓGICO DEL GORGOJO DE LOS ANDES.....	26
2.2.13	CADENA ALIMENTICIA DEL GORGOJO DE LOS ANDES.....	28
2.2.14	MANEJO INTEGRADO DEL GORGOJO DE LOS ANDES.....	28
2.2.15	CARÁBIDOS (<i>NOTIOBIA SCHNUSEI</i>)	29
2.2.16	POSICIÓN TAXONÓMICA DEL CARÁBIDO	30
2.2.17	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CARÁBIDO	30
2.2.18	CICLO BIOLÓGICO DE <i>NOTIOBIA SCHNUSEI</i>	35
2.3	MARCO CONCEPTUAL	36

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ÁREA DE ESTUDIO	37
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.4	METODOLOGÍA POR OBJETIVO ESPECIFICO.....	40
3.4.1	REPOBLAR MANUALMENTE LA POBLACIÓN DEL CARÁBIDO N. <i>SCHNUSEI</i> EN EL CAMPO DE CULTIVO DE PAPA, EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.	40
3.4.2	ESTIMAR LA DENSIDAD POBLACIONAL DE GORGOJO DE LOS ANDES EN EL CULTIVO DE PAPA, DURANTE DEL REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.	45
3.4.3	DETERMINAR EL DAÑO EN TUBÉRCULOS DE PAPA POR GORGOJO DE LOS ANDES, EN TRATAMIENTOS CON REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS Y TESTIGO EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.....	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	REPOBLAMIENTO MANUAL DEL CARÁBIDO N. <i>SCHNUSEI</i> EN EL CAMPO DE CULTIVO DE PAPA, EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.....	48
------	---	----



4.2 ESTIMAR LA DENSIDAD POBLACIONAL DE GORGOJO DE LOS ANDES EN EL CULTIVO DE PAPA, DURANTE DEL REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.	55
4.3 DETERMINACIÓN DEL DAÑO EN TUBÉRCULOS DE PAPA POR GORGOJO DE LOS ANDES, EN TRATAMIENTOS CON REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS Y TESTIGO EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.	62
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS.....	74

Área: Ciencias Biomédicas

Línea: Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 03 /09/2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Daño del gorgojo de los andes a la papa	26
Figura 2.	Ciclo biológico del Gorgojo	28
Figura 3.	Principales planes corporales del Carábido	31
Figura 4.	Esquema de algunas larvas de Carábidos	32
Figura 5.	Morfología externa del Carábido.....	33
Figura 6.	Ubicación geográfica del área de estudio, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	37
Figura 7.	Sistema de muestreo de la investigación, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019..	40
Figura 8.	Recolección de Carábidos	42
Figura 9.	División de terreno para tratamiento	43
Figura 10.	Replanteamiento de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	49
Figura 11.	Replanteamiento de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	50
Figura 12.	Replanteamiento de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	52
Figura 13.	Replanteamiento de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	53
Figura 14.	Replanteamiento de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	54
Figura 15.	Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	57
Figura 16.	Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	58
Figura 17.	Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	58



Figura 18. Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	59
Figura 19. Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	60
Figura 20. Densidad poblacional de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.....	61
Figura 21. Número de papas contabilizadas sin daño, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	64
Figura 22. Número de papas contabilizadas sin daño, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.	65
Figura 23. Evaluación de carábidos en la parcela de papa en la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.....	76
Figura 24. Daño en las hojas de la planta de papa por la granizada, San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.....	76
Figura 25. Imagen de las mini parcelas de papa en la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.....	77
Figura 26. Recolección de gorgojo de los andes en los cultivos de papas aledaños a las parcelas de experimento, San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.....	77
Figura 27. Táper acondicionado con tierra y pasto para colocar a los carábidos cuando son capturados , San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.	78
Figura 28. Selección de carábidos para ser colocados en las parcelas de papa, comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.....	78



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ciclo biológico del gorgojo de los andes	27
Tabla 2. Taxonomía del Carábido	30
Tabla 3. Ciclo biológico del Carábido.....	35
Tabla 4. Cantidad de carábidos recolectados	42
Tabla 5. Numero de bloques o parcelas de tratamiento	43
Tabla 6. Terrarios de conservación de carábidos	47
Tabla 7. Resultados de Kruskal Wallis de repoblamiento manual de Carábidos en diferentes tratamientos con variación del número de individuos para el control de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes) en relación al tiempo. 48	
Tabla 8. Resultados de análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) de la densidad de sobrevivencia de <i>Premnotrypes solaniperda</i> (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos de número de individuos de <i>Notiobia schnusei</i> (carábido).	56
Tabla 9. Evaluación del total de papas sin daño y dañadas por gorgojo de los andes con aplicación de carábido	62



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANOVA	: Análisis de Varianza
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria.



RESUMEN

La agricultura siempre se vio afectada por las plagas que ocasionan daños y pérdidas económicas en los cultivos, afectando a los agricultores, el cultivo de papa es una de las más afectadas por esta razón se buscó una alternativa haciendo uso de biocontroladores El “Replamamiento Asistido *Notiobia schnusei* en el cultivo de papa y su efecto en el control biológico de gorgojo de los Andes”, se desarrolló en la provincia el Collao - Ilave, en la comunidad de San Miguel de Alpacollo, iniciando en el mes de noviembre del 2018 hasta mayo del 2019. El objetivo general fue: Evaluar el replamamiento manualmente asistido de carábido *N. schnusei* en el cultivo de papa y su efecto en el control biológico de gorgojo de los andes, distrito de Ilave, Puno; los objetivos específicos: a) Repoblar manualmente la población del carábido *N. schnusei* en el campo de cultivo de papa, en el distrito de Ilave, Puno. b) Estimar la densidad poblacional de gorgojo de los andes en el cultivo de papa, durante del replamamiento de carábidos en el distrito de Ilave, Puno.c) Determinar el daño en tubérculos de papa por gorgojo de los andes, en tratamientos con replamamiento de carábidos y testigo en el distrito de Ilave, Puno. Para lograr nuestros objetivos se realizó 15 tratamientos con diferentes números de individuos, en relación al tiempo, los resultados de análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) en cual se pudo observar diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), de la densidad de sobrevivencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos de número de individuos de *N. schnusei* (carábido). para evaluar el daño en los tubérculos ocasionado por el gorgojo de los Andes.

Palabras Clave: *Notiobia schnusei*, *Premnotrypes solaniperda*, replamamiento, biocontralor, plaga.



ABSTRACT

Agriculture was always affected by pests that cause damage and economic losses in crops, affecting farmers, the potato crop is one of the most affected for this reason an alternative was sought making use of bio controllers The "Assisted Repopulation *Notiobia schnusei* in the potato crop and its effect on the biological control of weevil of the Andes", was developed in the province el Collao - Ilave, in the community of San Miguel de Alpacollo, starting in the month of November 2018 until May 2019. The general objective was: To evaluate the manually assisted repopulation of the carabid *N. schnusei* in potato crops and its effect on the biological control of the Andean weevil, district of Ilave, Puno; the specific objectives: a) To manually repopulate the population of the carabid *N. schnusei* in the potato crop field, in the district of Ilave, Puno. b) Estimate the population density of the Andean weevil in the potato crop, during the restocking of carabids in the district of Ilave, Puno. c) Determine the damage in potato tubers by the Andean weevil, in treatments with restocking of carabids and control in the district of Ilave, Puno. To achieve our objectives, 15 treatments were carried out with different numbers of individuals, in relation to time, the results of non-parametric variance analysis (Kruskal Wallis) in which statistical differences could be observed ($p \leq 0.05$), of the survival density of *Premnotrypes solaniperda* (Andean weevil) with different treatments of number of individuals of *N. schnusei* (carabid). to evaluate the damage in the tubers caused by the Andean weevil.

Key Words: *Notiobias chnusei*, *Premnotrypes solaniperda*, restocking, biocontrol, pest.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú tiene como principal actividad agrícola el cultivo de la papa, como producto alimenticio de todo el año, la papa es un tubérculo que se siembra en 18 de las 25 regiones del Perú (INEI, 2020). El cultivo de papa es una actividad importante en nuestro país, ya que para muchos agricultores es fuente de ingreso económico, tanto en la sierra como en la costa peruana, además la papa es considerada como un elemento básico en la mesa familiar.

Se ha estimado que en el Altiplano peruano las plagas en la papa y la quinua ocasionan pérdidas del 40% de la producción (Gutierrez et al., 2013). Para evitar esto, los agricultores aplican insecticidas sintéticos para controlarlos, pero muchas veces no obtienen los resultados deseados, ya que los insecticidas son nocivos para el medio ambiente y la salud, por esta razón actualmente se busca opciones eficientes y amigables ambientalmente como los biocontroladores (Gutierrez et al., 2013); dentro de estos se encuentran a la familia Carábidae que cumplen una función importante en los agroecosistemas del altiplano actuando como importantes enemigos naturales de plagas, ya que predatan huevos y larvas de diferentes especies de insectos fitófagos, incluyendo el “gorgojo de los andes” *Premnotrypes solaniperda* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa (Loza y Apaza, 2003).

Debemos de tener en cuenta que en el Perú la producción de la papa desde décadas ancestrales ha constituido una fuente sustancial de alimento para el poblador andino, no obstante, las infestaciones y amenaza por el gorgojo de los andes, constituyen una severa limitación a su cultivo, y aparentemente hacen que la producción orgánica sea inviable o



no rentable, solo obteniendo papas para el autoconsumo, reduciendo y limitando para la comercialización (Córdova, 2016).

Al respecto MINAGRI, (2017)., señala que el 80 a 90 % del cultivo de papa se encuentra en la sierra, por lo cual se considera como un cultivo importante, sin embargo, el cultivo de papa en su mayoría se ve amenazada por plagas y enfermedades ocasionándoles pérdidas durante el cultivo y en ocasiones son controlados mediante la aplicación de insecticidas afectando la salud humana, siendo perjudicial para el medio ambiente. Es así, que esta realidad también vive los agricultores de la región de Puno, en vista que el cultivo de papa es la principal actividad que se realiza en diferentes distritos y comunidades acompañados de diferentes productos, como las habas, oca, izañón entre otros. La Provincia de Ilave forma parte de esta producción, pero en su mayoría se ve afectada por las plagas, siendo también la más importante el gorgojo de los andes causando daño a los tubérculos.

El deterioro ocasionado por las larvas que penetran a los tubérculos realizando profundas galerías destruyendo completamente al tubérculo, los gorgojos adultos causan daños a las hojas, en cuyos bordes se forma medias lunas, además ocasionan daños en el cuello de la planta de tubérculo en la cual se refugian durante días a meses, Rojas, (2011). señala que la plaga principal que afecta el cultivo de papa es el gorgojo de los andes, debido a que deteriora la calidad del tubérculo en su totalidad si está no se controla, disminuye la utilidad para los agricultores, porque solo abastecen el autoconsumo y al mismo tiempo tienen ingresos menores puesto que no se controla en su totalidad, pese que aplican insecticidas.



Siendo está la razón por la que se realizó el presente trabajo ya que busca aportar y ayudar a los agricultores de las zonas rurales para el control biológico de las plagas, en este caso el gorgojo de los andes mediante el repoblamiento manual de carábidos.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las posibilidades de repoblamiento manualmente asistido de carábido *N. schnusei* en el cultivo de papa y su efecto en el control biológico de gorgojo de los andes, distrito de Ilave, Puno.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Repoblar manualmente la población del carábido *N. schnusei* en el campo de cultivo de papa, en el distrito de Ilave, Puno.
- Estimar la densidad poblacional de gorgojo de los andes en el cultivo de papa, durante del repoblamiento de carábidos en el distrito de Ilave, Puno.
- Determinar el daño en tubérculos de papa por gorgojo de los andes, en tratamientos con repoblamiento de carábidos y testigo en el distrito de Ilave, Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Los escarabajos terrestres forman la familia Carábidae, desde su aparición en el Terciario, han poblado todos los hábitats excepto los desiertos. La mayoría de los carábidos son depredadores, consumen una amplia gama de tipos de alimentos. Aunque la competencia entre larvas y adultos ocurre, los carábidos abundan en los campos agrícolas de todo el mundo y pueden ser enemigos naturales importantes de las plagas agrícolas (SUNDERLAND, 1996). La familia Carábidae, tiene numerosas especies depredadoras, actuando los adultos dentro de los agroecosistemas, como agentes de control biológico natural. Pasan todo el estado larval en el suelo, y los adultos suelen permanecer la mayor parte del tiempo en suelo (Polack. et al., 2020).

Los hábitats son importantes como reserva de enemigos naturales y es fundamental para el éxito del control biológico de las plagas en hábitats de cultivos anuales (Lee *et al.*, 2001), donde los carábidos son más abundantes y permanecen estables dichos hábitats (Piella, 1985), en el que su reproducción es en la época de invierno, el máximo desarrollo ovárico ocurre entre los meses de diciembre y enero, coincidiendo con la elevada proporción de machos, mientras el desarrollo larvario tiene lugar desde la segunda mitad del invierno y durante la primavera y la emergencia de los adultos se produce en la primavera (De los Santos *et al.*, 1985).

Los estudios de Niemelä, (2001), demostraron que la fragmentación de hábitat afecta a los conjuntos de carábidos, por lo cual se debe mantener los grandes parches de hábitat y las conexiones entre ellos, la heterogeneidad de los diferentes hábitats donde los carábidos tienen preferencia, actuando como indicadores eficaces del



funcionamiento biótico y sostenibilidad (Paleologos et al., 2020), debido al consumo de huevos del gorgojo “*Prenomtrypes latitorax*” por carábidos, en condiciones de laboratorio, se inicia cuando las hembras depositan sus huevos en tallos de plantas de diferentes especies, mientras que la especie de “*Metius*” es más eficaz que “*Notiobia peruviana*” (Yábar et al., 2006).

Los carábidos tienen preferencias por semillas herbáceas, siendo eficaz en el control de malas hierbas del cultivo (Honek et al., 2003), asimismo, los carábidos *Notiobia. Schnusei*, *Laevis bolivianus* y *Meotachys sp.*, tienen gran importancia en la regulación de insectos ya sea dentro de un campo de cultivo, manteniendo su actividad durante gran parte del día y noche (Loza y Bravo, 2001). En el control del gorgojo de andes en el cultivo de papa de la variedad Yungay, se ha utilizado con eficacia la aplicación de un insecticida llamado Minecto (Ricra 2016; Castañeda, 2018). Así también la emergencia del gorgojo de los Andes en estado adulto, se inicia en la emergencia de las plantas e influenciada positivamente por la precipitación pluvial y adecuada humedad en el suelo. La fluctuación poblacional, puede incrementarse en enero hasta 32 adultos capturados, posteriormente fue disminuyendo hasta llegar a cero hasta coincidir con la época de cosecha. La eficiencia para el aceite esencial de Muña fue de 55,8 %, con respecto al aceite de Eucalipto tiene una eficiencia inferior al 50 %, también, el aceite esencial de Eucalipto no alcanzó una eficiencia mayor al 50 % en el control del gorgojo (Cristobal, 2007).

El método de acondicionamiento de hábitats y refugios para carábidos, muestran una significativa disminución en la población de gorgojos de los andes, casi semejante a la aplicación de pesticidas, siendo similar el rendimiento del tubérculo frente al uso de insecticidas. El acondicionamiento de refugios son importantes para controlar



al gorgojo de los andes, teniendo una efectividad del 57% a diferencia de Metamidophos que fue de 28% (Loza *et al.*, 2015).

Según Paitan (2017), la población de larvas del gorgojo de los andes, es elevada cuando se inicia el proceso de tuberización y tiende a aumentar linealmente hasta la cosecha, permanece en el interior de los tubérculos aproximadamente un mes y medio, posteriormente la larva del último instar sale del tubérculo realizando grandes orificios de bordes irregulares. La dinámica poblacional del Gorgojo de los Andes, está altamente correlacionada con la precipitación pluvial, el pico poblacional se presenta durante la etapa de floración y fructificación del cultivo. El género que se presentó en mayor población fue *Rhigopsidius piercei*, con 888 adultos y en menor población *Premnotrypes spp*, con 118 adultos (Jarandilla, 2006). La presencia de dos especies, *Premnotrypes spp* y *Rhigopsidius piercei*, tuvieron diferente época de aparición, en el primer año apareció primeramente *Rhigopsidius piercei*, en el momento de desarrollo del cultivo, pero *Premnotrypes spp*, apareció cuando el cultivo estaba en la época de tuberización, los factores climáticos la precipitación y la humedad, son los factores que tuvieron mayor preponderancia en la fluctuación poblacional del gorgojo de los Andes. En cambio, las temperaturas no influyen en nada al tamaño de la población (González *et al.*, 2009).

El valor económico del control de plagas por parte de los carábidos ha sido difícil de demostrar a los agricultores. Hay pruebas de que la abundancia y diversidad de los carábidos están disminuyendo a largo plazo desde que la agricultura fue más intensiva en los años 50 (Holland y Luff, 2000). El comportamiento del “gorgojo de los Andes” en los campos de cultivo, han sido muy diverso con las diferentes variedades de papa. El gorgojo de los andes ocasiona daños significativos en la etapa fenológica de la papa, lo que ocasiona pérdidas de 52% del rendimiento del cultivo y 4 160 00 soles por hectárea



(Paitan, 2017), siendo el porcentaje total de tubérculos dañados por larvas de “gorgojo de los Andes” mayor en zonas agroecológica de la papa (Delgado, 2005).

El manejo orgánico e integrado en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), (50 % químico y 50 % orgánico), utilizado para el control de insectos fitófagos y enfermedades, también se utilizaron preparados de plantas con propiedades biosidas. Desde el punto de vista económico la mejor rentabilidad neta se obtuvo con el tratamiento integrado con 0.80 % mientras que el tratamiento orgánico alcanzó solo el 0,66 % (Francisco & Perez, 2019), siendo los insecticidas una de las principales armas para el manejo de plagas agrícolas, sin embargo, provocan altos costos económicos, contaminación ambiental, disminución de organismos benéficos y especies silvestres, intoxicaciones, efectos negativos sobre aplicadores y personas relacionadas con el manejo de plaguicidas. Una alternativa ante esta problemática es el uso de organismos benéficos, como son los depredadores, entomopatógenos y parasitoides que brindan la regulación de la plaga debido a la relación densamente dependiente (Gutierrez *et al*, 2013).

El daño causado por la larva del gorgojo de los Andes en tubérculos de papa fue mayor con 81% y una severidad de 24% realizado en mayor medida por *Rhigopsidius piercie* seguido por *Premnotrypes spp* (Jarandilla, 2006). Sin embargo, la capacidad predatoria de dos carábidos alimentados por cuatro estados inmaduros de insectos plaga, se evaluó la preferencia alimentaria de dos especies de carábidos *Notiobia schnusei* y *Blennidus sp.* alimentados con ocho semillas de maleza y cuatro estadíos larvales de dos insectos plaga: *Premnotrypes solaniperda* y *Eurysacca quinoae*, en ambos casos se consideró como preferencia el consumo total o daño causado al alimento suministrado, mostrando que *Notiobia schnusei* tiene preferencia por *Malvastrum sp.* de 92,17%. Por el estadío I de *P. solaniperda* de 68%, por el estadío I de *E. quinoae* de 87% y *Blennidus* tiene preferencia por *S. vulgaris* de 4,67%. Por el estadío I de *P. solaniperda* de 10,33%



y por el estadio I de *E. quinoa* de 12.33% (Velásquez , 2018). En relación a los volúmenes de producción de papa del 2020, aumentó en un 12,22% por mayores áreas cosechadas, mostrando este comportamiento los departamentos de Puno (20,45%), Cusco (27,01%), Ayacucho (18,87%) y Huancavelica (64,35%), que en conjunto aportaron el 66% de la producción nacional. Sin embargo, La Libertad y Huánuco mostraron decrecimiento de -13,28% y -12,21%, respectivamente, por alto nivel de humedad que trajo como consecuencia enfermedades fitosanitarias y la ranca (INEI , 2020).

La acción de los carábidos sobre la fauna de artrópodos puede ser extremadamente compleja, debido a su actividad depredadora a distintos niveles en la cadena trófica (Carrillo et al., 2007), siendo importante en los sistemas agrícolas, recurrir al control biológico de las plagas, siendo un servicio ecosistémico complejo que se asocia generalmente de forma positiva con la biodiversidad de los gremios de enemigos naturales, que atacan a las plagas de artrópodos y a las malas hierbas (Crowder & Jabbour, 2014), así como las babosas, orugas y larvas (Reich et al., 2020).

Los carábidos poseen un amplio rango de presas alternativas para su alimentación considerándolos como depredadores eurípagos y facultativos, por ejemplo pueden depredar diferentes estadios de los insectos plagas más importantes del altiplano, tales como el complejo del gorgojo de los andes *Premnotrypes solaniperda*, *Notiobia schnusei*, inclusive puede atacar a pupas de gorgojo de los andes (Loza, 2001), siendo la capacidad de depredación y ritmo de actividad diaria especies de carábidos (coleóptera) comunes en agroecosistemas del altiplano, teniendo un número diario de presas que consume hasta 29,9 mg de insectos fitófagos (Loza, 2003).



2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de la Papa

2.2.1.1 Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliopsida

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Asteridae

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Subgénero: Potatoe

Sección: Petota

Serie: Tuberosa

Nombre común: Papa

(Jaramillo, 1982)

La papa es una especie herbácea originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo, que fue domesticada en el altiplano andino hace unos 800 años, incrementando se consumió debido a ello creció su cultivo hasta convertirse en uno de los principales alimentos para el ser humano (Otianiano, 2017). Según evidencias arqueológicas como de cerámicas de las culturas Moche y Chimú, demuestran que la papa era un alimento cotidiano de los antiguos peruanos, desde hace más de 8,000 años (Egúsqiza, 2000). Así mismo, desde tiempos muy antiguos, nuestros antepasados de la región del Altiplano del Perú, procesaron la papa en forma de “chuño” y “tunta” o “moraya” (chuño blanco), que son subproductos alimenticios deshidratados, fuente de carbohidratos y calorías; y es una de las formas de conservación de la papa por períodos largos de tiempo (Arcos,2017)



2.2.2 Importancia nutricional

Actualmente, el tubérculo de la papa es uno de los cultivos alimenticios más importantes en el mundo, por su alto contenido de aminoácidos esenciales y carbohidratos, es una fuente importante de vitamina C y minerales, especialmente hierro, zinc, potasio y magnesio. Las variaciones climáticas cada vez más notorias hacen pensar que las papas nativas pueden proporcionar seguridad alimentaria y nutricional, y aliviar los problemas del hambre y la pobreza, debido a su plasticidad fenotípica para adaptarse a diferentes condiciones agroecológicas (MINAGRI, 2017).

2.2.3 Importancia agroeconómica

La papa, es considerada como el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz, ocupando el Perú el número 23 entre los principales países productores de papa, participando con 0,7% de la producción mundial. El rendimiento promedio obtenido en el Perú es de 9,4 toneladas por hectárea, nivel por debajo del promedio mundial ascendente a 15,7 toneladas por hectárea. La papa es el principal cultivo del país, dada su importancia económica y social. Según los resultados del III Censo Nacional Agropecuario 1994 (III CENAGRO), 33.8% de los productores agropecuarios se dedican a la producción de papa, generando cada año aproximadamente 110,000 puestos de trabajo permanentes (30 millones de jornales) y siendo la base de la alimentación de la población alto andina (MINAGRI,2017).

2.2.4 Producción de la papa en el Perú

La papa es el principal alimento de la población peruana, debido a que aporta proteínas energía, minerales y vitaminas; está adaptado a las condiciones y cultura de poblador de la sierra peruana. Por lo que , en nuestro país la producción de papa viene



realizando desde décadas pasadas, ya que ocupa un 95% del área en condiciones de secano, produciendo papas en diversas condiciones ambientales que se realiza en los meses de octubre a diciembre con la llegada de la lluvia (MINGRI,2017).

2.2.5 Proceso de producción de papa.

Preparación del terreno. - Para obtener tubérculos de calidad es importante el preparado del terreno, es importante hacer un buen preparado del terreno, debido que de ello depende la calidad de la papa cosechada(Villagómez y Rodriguez,2006).

Plantación o siembra. - Una vez preparado el terreno, se realiza la siembra para ello, es importante contar con semillas libres de daño por plagas o enfermedades, para así tener un mejor rendimiento. La siembra se realiza con abono o fertilizante necesario(Coradova,2016).

Desarrollo vegetativo. - En el desarrollo vegetativo es el proceso donde la planta empieza a crecer, después de 2 a 3 meses de la siembra empieza a florecer y empieza a dar los primeros tubérculos y por ello es importante realizar seguimiento para poder controlar las plagas u otras enfermedades (Villagómez y Rodriguez,2006).

2.2.6 Plagas que amenazan al cultivo de la Papa

Predación

Es la conducta animal que consiste en capturar y alimentarse de otro organismo coma el cual es totalmente consumido o en parte produciendo un efecto negativo sobre la población que es objeto de la predación (presa). Generalmente el predador es más grande que su presa y de esto se diferencian los parásitos y patógenos en que estos últimos pueden alimentarse sin matar a su presa. Corresponde a las formas de vida más importantes del



reino animal y los principios básicos de las relaciones predador – presa se aplican similarmente a casos de manejo de pesquería y vida Silvestre redes alimenticias control biológico etc. (Stehr,1990) .

Predador

Organismo de vida libre que se alimenta de otros organismos vivos que matan a sus presas, es más grande que está y requiere más de una presa para completar su desarrollo. desde el punto de vista del control biológico de plagas. (Cisneros,1995).

2.2.7 Control biológico en la regulación de plagas

Los controladores biológicos que regulan las plagas se pueden realizar de tres maneras: la primera es de conservación de la fauna benéfica, puesto que se evita el uso y manejo incorrecto de los agroecosistemas lo cual favorece en la conservación de las especies nativas, la segunda forma es el control clásico que comprende en repoblar nuevas especies en cultivos donde no vivían antes o han sido separados por un mal uso y la tercera forma es el método inundativo, que comprende en la liberar y repoblar especies benéficas en cantidades considerables por hectárea en el momento oportuno para que logren el control de las plagas buscando el equilibrio de los agroecosistemas (SENASA, 2015) .

2.2.8 Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*)

Es considerado como plaga clave para el cultivo de la papa. Los adultos son de color marrón claro a oscuro y miden de 6 a 8 mm, las alas se encuentran soldadas y no pueden volar, se trasladan caminando. Los huevos son de color blanco a crema y miden hasta 1 mm. Las larvas son de color crema claro y la cabeza de color marrón, mide hasta



8 mm. Las pupas son de color blanco crema con patas, antenas y alas expuestas libremente y pueden medir hasta 6 mm. (Eugúsquiza, 2013) .

2.2.9 Características morfológicas del Gorgojo

Las características morfológicas del gorgojo de los andes son las siguientes, los adultos son de color marrón oscuro de 8,5 mm de largo x 3,80 mm de ancho. Los huevos son de forma capsular y miden 1,2 mm de largo por 0,54 mm de ancho. Las larvas son de color blanco cremoso, carecen de patas y llegan a medir hasta 10 mm de largo. Las pupas son del tipo libre, de color blanco y miden 8,2 mm., de largo x 4,9 mm., de ancho. Esta plaga tiene una sola generación al año y presenta 4 estados: huevo, larva, pupa y adulto; en el estado adulto se distinguen dos 4 fases, una invernante, en el suelo, y otra migrante, activa en la planta (Rojas,2011).

2.2.10 Biología y hábitos del gorgojo de los andes

El gorgojo de los Andes se distribuye en toda el área que comprende la región andina, entre los 2 500 y 4 700 m.s.n.m. En un 60% de los individuos inactivos colectados se han encontrado enterrados entre los 10 y 20 cm de profundidad, y los restantes entre 20 y 30 cm. (Eugúsquiza, 2013).

2.2.11 Daño del gorgojo de los andes

En la etapa adulta se alimentan del follaje en la noche, haciendo una medialuna en los bordes (Figura 1). Además, pueden realizar una pequeña roedura en los tallos. Sólo en escasez de alimentos puede consumir parte de los tubérculos que estén expuestos sobre la superficie del suelo (Kroschel *et al.*, 2012) .



Figura 1. Daño del gorgojo de los andes a la papa
Fuente: (Kroschel *et al.*, 2012)

Los adultos causan más daño son los que se encuentran desde 30 días antes hasta 30 días después de la siembra, se presenta desde la siembra hasta los 40 a 50 días del cultivo. Las larvas perforan los tubérculos del cultivo de papa (Figura 1). Se pueden establecer más de una larva por tubérculo, incluso hasta 20, donde se alimentan de la pulpa y realizan galerías internas sinuosas. Las lesiones se caracterizan por la suberización del tejido y posterior pudrición (Kroschel *et al.*, 2012).

2.2.12 Ciclo biológico del gorgojo de los andes

El ciclo de vida del gorgojo de los Andes ha sido estudiado por diferentes autores con diferentes niveles, pero muestran similitud en cuanto a sus resultados, que a continuación se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Ciclo biológico del gorgojo de los andes

Estado	<i>Premnotrypes suturicallus</i>	<i>Premnotrypes piercei</i>	<i>Premnotrypes vorax</i>
Huevo (d)	33	26	43
Larva I	11	8	16
Larva II	9	7	14
Larva III	12	9	17
Larva IV	57	56	18
Larva V	-	-	58
Pupa (d)	54	52	50
Inervación adulta (d)	115	135	66
Ciclo (huevo-adulto) (d)	291	293	282
Longevidad masculina (d)	159	277	168
Longevidad femenina (d)	126	233	193
Ciclo Total (d)	434	549	463
Periodo de ovoposición (d)	106	127	119
Huevos/femenino (no.)	631	521	347

Fuente: (Cisneros,1995)

En tal sentido, resumimos que para el ciclo biológico del gorgojo de los Andes existe una correlación biológica entre insecto, la planta y el medio ambiente. Además entre noviembre y diciembre aparecen los gorgojos adultos, es decir cuando la papa está en sus inicio de su desarrollo, asimismo realizan puesta de huevos, entre el mes de febrero a abril aparece las larvas donde la papa está en pleno desarrollo y madurez y en los meses de junio a setiembre considerado meses de frio y de la presencia de heladas aparece la pupa es decir, que en el campo no exista cultivos papa los gorgojos se mantienen debajo del suelo en estado de pupa (Egúsqiza,2013).

El 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.

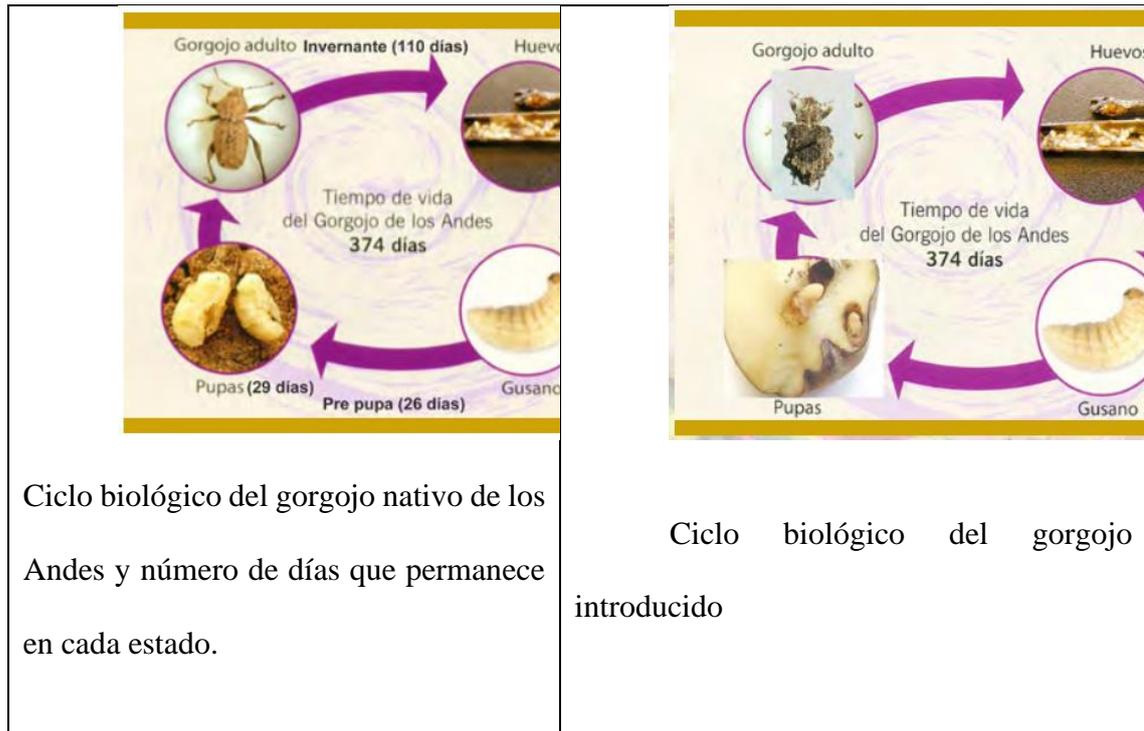


Figura 2. Ciclo biológico del Gorgojo
Fuente: (Esprella R., Flores P., Garcia J., 2012)

2.2.13 Cadena alimenticia del Gorgojo de los andes

El gorgojo adulto se alimenta de los bordes de las hojas de la planta de la papa, además se alimenta de la base de tallo o sino del tubérculo. Cuando se encuentra en estado de larva, se alimenta netamente del tubérculo realizando orificios y túneles al interior de la papa y cuando la larva madura sale del tubérculo y busca el suelo para cambiar al estado denominado pupa, donde sale cuando inicia el cultivo de la papa, y sigue el mismo procedimiento en cuanto a su alimentación (Bastidas, 2005).

2.2.14 Manejo integrado del gorgojo de los andes

El (MINAGRI, 2017), indica que el manejo integrado del gorgojo de los Andes, es importante considerar los siguientes componentes:

- ❖ Uso de semilla de calidad



- ❖ Preparación temprana y adecuada del terreno
- ❖ Siembra de tarwi (*Lupinus mutabilis*) como barrera perimetral vegetal.
- ❖ Aporques adecuados y oportunos.
- ❖ Aplicación de un producto químico piretroide.
- ❖ Utilización de mantas plásticas al momento de la cosecha.

En tal sentido es importante, contar con la tecnología de manejo integrado del Gorgojo de los Andes ya que controla eficientemente el control de las plagas otorgando protección y calidad de tubérculos de papa y finalmente se tiene dos características importantes: un enfoque ecológico y un sistema multilateral de control.

2.2.15 Carábidos (*Notiobia schnusei*)

Los carábidos son insectos conocidos como escarabajos del suelo o cazadores de orugas, esta familia es una de las más abundantes dentro del grupo de los coleópteros (Espindola, 2004). Al respecto, los carábidos están conformados por más de 40 000 especies en todo el mundo, poseen un tamaño que varía de 1 a 70 mm, además se encuentran en diferentes ambientes, en el cual influye dos factores como es la temperatura y humedad y las condiciones de alimentación (Acosta, 2003).

2.2.16 Posición taxonómica del Carábido

Tabla 2. Taxonomía del Carábido

TAXONOMIA	
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Subclase	Euentomata
Orden	Coleóptera
Familia	Carabidae
Tribu	Harpalini
Genero	Notiobia

Fuente: (Martinez, 2005)

2.2.17 Características morfológicas del carábido

Las características morfológicas del carábido son las siguientes, miden de 1 a 70 mm y se conoce por su apariencia ya que posee seis vientritos abdominales, un metasterno corto con una sutura transversal característica, glándulas pigidiales de defensa en el adulto y por la presencia de oblongum (celda cerrada) en las alas y en su mayoría de los carábidos son activas, cursoriales y poseen mandíbulas y palpos bien desarrollados, patas largas, élitros estriados y setas sensoriales. La mayoría posee antenas pubescentes con un órgano de limpieza. Los adultos son de color oscuro, brillante o mate (Paleologos, 2012) .

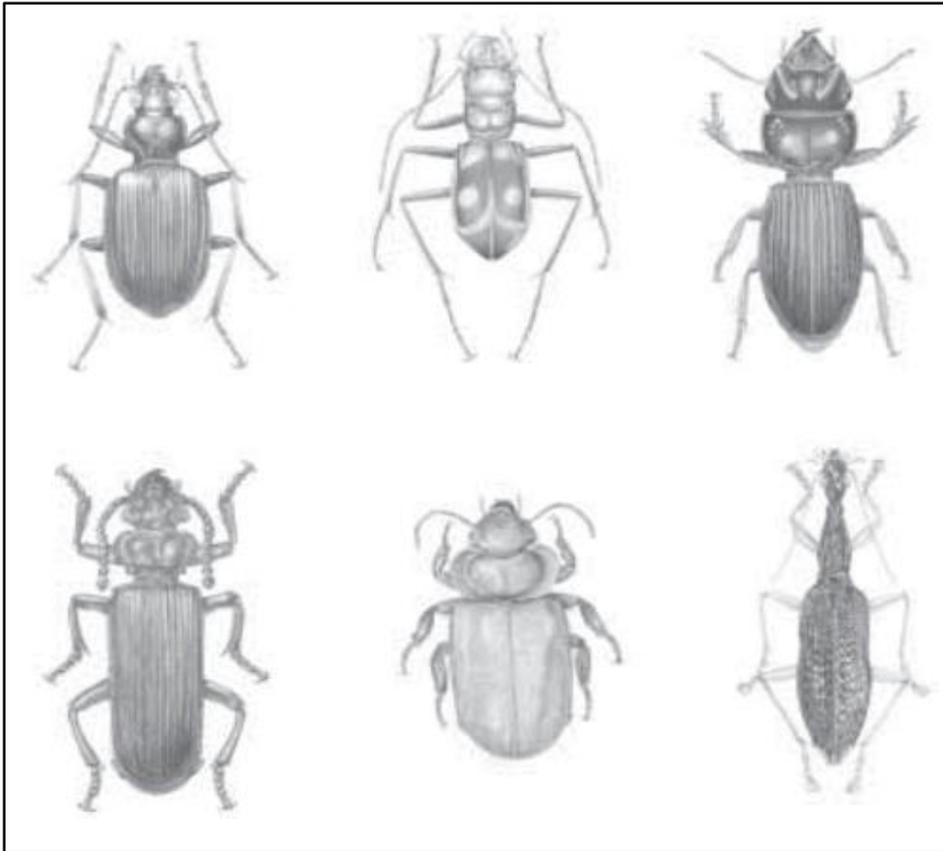


Figura 3. Principales planes corporales del Carábido
Fuente: (Martinez, 2005)

- **Imago**

Los carábidos adultos pueden ser reconocidos por su color negro brillante generalmente de algunas veces con coloraciones metálicas verde azul, morado, café, pero siempre negruzcas, lo que les confiere su característico aspecto sombrío (Loza ,1999) .

- **Larva**

Los carábidos tiene la típica larva primitiva tipo *campodeiforme*, con mandíbulas puntiagudas, cuerpo angosto, alargado, un poco aplanado, ligeramente adelgazados hacia la cola, que esta provista de dos apéndices cónicos de manera de pelos o espinas llamados *urogomfos* terminales (Loza, 1999).

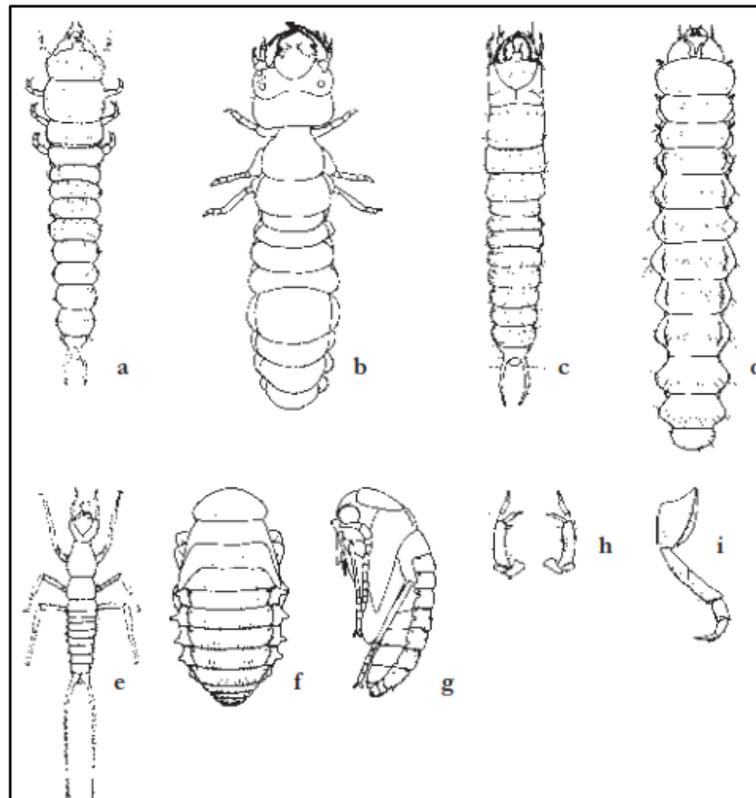


Figura 4. Esquema de algunas larvas de Carábidos
Fuente: (Loza, 1999)

La morfología de la familia Carábidae en general es fácil de reconocer. A continuación, se relacionan las figuras que muestran las características morfológicas externas más importantes en adultos, dispuestas en vista dorsal y ventral general del cuerpo (Martinez, 2005).

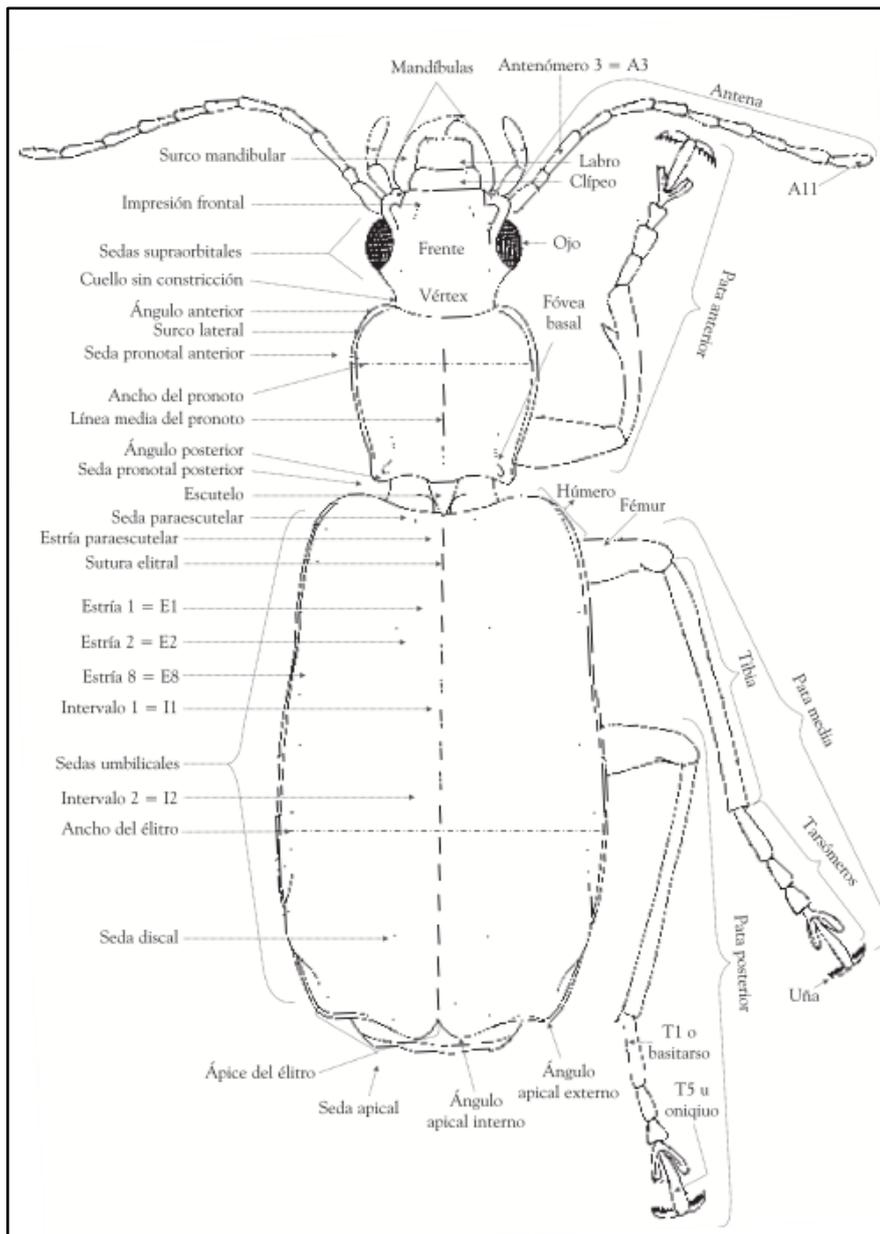


Figura 5. Morfología externa del Carábido

Fuente: (Loza, 1999)

Cabeza. Es la parte donde se concentra la mayor parte de los órganos sensoriales: Ojos, antenas, partes bucales, además de clípeo y zonas distinguibles como gena, postgena y frente. Las antenas tienen 10 u 11 antenómeros. La forma de la cabeza, tamaño y forma de los ojos, presencia o no de puntos sedíferos supraorbitales, presencia o no de surcos, forma y sedosidad de las antenas, microescultura, entre otros, son algunos de los caracteres que se necesitan para definir desde subfamilias hasta especies de carábidos (Martínez, 2005).



Según la descripción de (Martinez, 2005), indica lo siguiente:

Partes bucales. Conformadas por el labro, mandíbulas, labio y maxila. El labio se divide en prementón (glosa y paraglosa o lígula cuando glosa y paraglosa están fusionadas, palpígero y palpos labiales), mentón y submentón. La maxila está conformada por palpífero, lacinia, galea y palpos maxilares. Las partes bucales también son muy importantes taxonómicamente, la forma, tamaño y sedas (disposición, número) de cada una de sus partes definen desde subfamilias hasta especies.

Genitalia masculina. Conformada por edeago y partes internas. El edeago está formado por lóbulo medio (contiene el saco interno), lámina y parámetros.

La forma, tamaño y características del edeago son útiles para la taxonomía de especies en muchos géneros.

El lóbulo medio puede clasificarse como: anópico (con el ostión dorsal), catópico (con el ostión ventral) y pleurópico (con el ostión lateral y el saco interno dirigido lateralmente en posición evertida, derecho o izquierdo).

Genitalia femenina. Conformada por el ovopositor y partes internas. Normalmente las descripciones de genitalia femenina sólo contemplan las referentes al ovopositor, pues en él se encuentran los caracteres más importantes para la identificación. El ovopositor está conformado por: valvífero, estilómero 1 y 2. El estilómero 2 está formado por lóbulo basal, lóbulo apical, órgano sedoso subapical, seda ensiforme lateral y media.

Sedas. El cuerpo de todos los carábidos tiene algún tipo de seda. Hay sedas muy cortas y en disposición densa y otras medianas y largas dispuestas solitariamente en diferentes sitios; estas sedas son de tipo táctil. Para muchos taxa son importantes las sedas que se

ubican en la parte ventral de los tarsos de los machos; este conjunto de sedas recibe el nombre de ‘cubrimiento’, que puede ser adhesivo, de sedas táctiles o de sedas escamosas; el cubrimiento puede estar dispuesto en una o dos filas o distribuido en todo el tarso

2.2.18 Ciclo biológico de *Notiobia schnusei*

De acuerdo a los estudios realizados sobre el ciclo biológico de *Notiobia schnusei*, del cual llegan a concluir con el resumen por Osear (1986) en la siguiente tabla:

Tabla 3. Ciclo biológico del Carábido

Estado de Desarrollo
Postura del huevo
Eclosión de la larva
Periodo de incubación
Larva I
Larva II
Larva III
Pre - Pupa
Pupa
Adulto

Fuente: Osear(1986)

Los Carábidos como controladores de plagas

Aunque no se conoce con exactitud el rol de los escarabajos carábidos en los agroecosistemas, especialmente en nuestro medio, se asume que son muy útiles en el control de insectos que causan daños en los cultivos debido a sus hábitos altamente zoófagos. Por Ejemplo, durante la roturación de los suelos estos insectos devoran las pupas y/o larvas de otros insectos que quedan al descubierto habiéndose identificado en la costa central del Perú a *Colosoma abbreviatum* Chand y *Anisotarsus spp* y a los



cicindélicos *Tetracha chilensis* Cast y el hecho de que el uso de los insecticidas ha reducido las poblaciones de los predadores en forma substancial (Cisneros, 1995) .

2.3 MARCO CONCEPTUAL

La biología es la ciencia que estudia el origen, evolución y sus respectivas características de los seres vivos. A nivel social, el grado de conocimiento de los seres vivos y sus manifestaciones es un indicador del avance de la población humana. Los saberes acerca de los seres vivos y su diversidad son fundamental para el desarrollo de cualquier cultura (Peña *et al.*, 2012).

Diagnóstico

La evaluación que se realiza para poder determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Que se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando, en tal sentido es un proceso sistemático y ordenado que nos permite conocer una situación de manera clara y precisa (Ander-Egg, 2014).

Estilete

Estructura en forma de lanza hueca sujeta con fuertes músculos que es retractable y que caracteriza a los nematodos parásitos de plantas. Funciona como boca y a la vez como órgano de penetración, succión para alimentarse del contenido de las células. También despachan sustancias químicas como enzimas que disuelven paredes celulares o estimulan la formación de células gigantes (Apaza, 2011).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de San Miguel de Alpacollo, de la Provincia de el Collao- Ilave de la región Puno, geográficamente está ubicada a una latitud Sur: $16^{\circ}06'38''$, longitud Oeste: $69^{\circ}36'44''$ con una altitud de 3847 m.s.n.m.



Figura 6. Ubicación geográfica del área de estudio, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Fuente: Google Maps.

Para acceder a la zona donde se realizó el estudio, desde la ciudad de Puno se llega por vía asfaltada hasta el distrito de Ilave y posteriormente se accede con movilidad particular a un tiempo de 15 minutos hacia la comunidad de San Miguel de Alpacollo se ubica a 2 kilómetros a 3862 m.s.n.m.



El estado climático durante todo el año es propio del altiplano, que condiciona las actividades humanas por tener las siguientes características frígido, seco y templado, estas condiciones especiales se presentan durante todo el año, por la presencia del Lago Titicaca, teniendo ligeras variaciones de acuerdo a cada estación. Su temperatura promedio fluctúa entre los 8 °C y 15 °C, la precipitación anual promedio, según la estación meteorológica es del orden de 725 mm.(Lima, 2015)

Las precipitaciones obedecen a una periodicidad anual de 4 meses (diciembre a marzo). Se debe hacer notar que esta periodicidad, a pesar de normar las campañas agrícolas, puede variar según características pluviales del año, originando inundaciones o sequías.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativa: Por ser experimental en el cual se considera el uso de estadística, prueba de la hipótesis y teoría, el conjunto de procesos, la secuencia y probatoria parte de una idea, donde se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las Preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probar esas hipótesis (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos (Hermanadez, 2014).

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se recolecto la cantidad de 525 individuos (carábidos) para los 9 tratamientos inducidos 25, 50 y 100 individuos respectivamente en el campo de cultivo de papa. La muestra estuvo conformada por 15 parcelas con dimensiones de 5m² separados por



barreras de plástico de polietileno para evitar la combinación de especies entre parcelas de la comunidad de San Miguel de Alpacollo de la provincia de Collado Ilave, 2019.

3.3.1 Materiales

3.3.1.1 Materiales biológicos

- Carábidos: *Notiobia schnuisei*
- Curculiónido: *Premnotrypes solaniperda*.
- Tubérculos de papa: *Solanum spp.*

3.3.1.2 Materiales de campo

- Libreta de notas
- Recipientes de recolección
- Aspiradores
- Rotuladores
- Cámara digital (Canón)



Figura 7. Sistema de muestreo de la investigación, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

3.4 METODOLOGÍA POR OBJETIVO ESPECIFICO

3.4.1 Repoblar manualmente la población del carábido *N. schnusei* en el campo de cultivo de papa, en el distrito de Ilave, Puno.

3.4.1.1 Diseño y frecuencia de muestreo

La recolección de carábidos *Notiobia schnusei* se realizó, en las parcelas del cultivo de papa ubicados en las comunidades de Ichu, Potojani chico, Camacani, dos veces por semana en el mes de enero, se encontró un gran número poblacional de carábidos, siendo capturados para luego ser colocados posteriormente en los recipientes de recolección con medidas de 20 x 15 x 15 cm, con la tapa acondicionada con malla antiáfida para permitir el flujo de aire y humedad, en la base se colocó hojarasca (hojas secas de árboles o plantas) para evitar la colmatación.



Terminado el muestreo se etiquetó el frasco de recolección y se tomó los datos útiles como el lugar, cultivo, fecha, características de la zona, actividad que desarrolló el insecto. Para luego ser trasladados al laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

La crianza de carábidos de *Notiobia schnusei* se llevó a cabo en el laboratorio de entomología del (INIA). Los recipientes de plástico de 15*20 cm se colocaron en terrarios de crianza a $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 5\%$ HR y fotoperiodo 10 h. los cuales estuvieron acondicionados con tierra, una piedra convexa para su refugio, una porción de pasto y agua suministrada sobre algodón empapado para simular su hábitat en un ambiente climatizado en cámaras de crianza a una temperatura controlada de 15°C a 18°C y 45% a 75% de humedad relativa.

El método que se aplicó para la recolección de fue carábido *Notiobia schnusei* fue de la colecta directa, con la ayuda de aspiradores.

La frecuencia de muestreo para evaluar se realizó cada 7 días, para lo cual se utilizó cuadrantes de tubo de polietileno con dimensiones de un metro por un metro (1x1) para hacer el conteo de los carábidos, esto se llevó a cabo durante la mañana registrándose en el cuaderno de campo los datos como la fecha, la hora, el número de carábidos de cada de parcela para que luego estos sean registrados en la base de datos.



Figura 8. Recolección de Carábidos, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Tabla 4. Cantidad de carábidos recolectados

Fechas de captura	Turno	N° de recipientes	N° de carábidos	Total
10/09/2018	M	6	45	270
12/09/2018	M	6	40	240
14/09/2018	M	3	40	120
TOTAL				630

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4 se muestra el cronograma de recolección de carábidos repoblando la cantidad de 525 carábidos para los 9 tratamientos colocando 25, 50 y 100 individuos respectivamente.

3.4.1.2 Repoblación de carábidos en los tratamientos

Para el repoblamiento experimental se realizó 3 bloques divididos en 5 tratamientos teniendo así la cantidad total de 15 tratamientos como muestra en la figura 9.



Figura 9. División de terreno para tratamiento, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Tabla 5. Numero de bloques o parcelas de tratamiento

Bloque 1	TRA1	TRA2	TRA3	QUIMICO	TESTIGO
	25 carábidos	50 carábidos	100 carábidos	0 carábidos	0 carábidos
	26 gorgojos	26 gorgojos	26 gorgojos	0 gorgojos	0 gorgojos
Bloque 2	TESTIGO	TRA3	TRA2	TRA1	QUÍMICO
	0 carábidos	100 carábidos	50 carábidos	25 carábidos	0 carábidos
	0 gorgojos	26 gorgojos	26 gorgojos	26 gorgojos	0 gorgojos
Bloque 3	TRA2	TESTIGO	QUÍMICO	TRA3	TRA1
	50 carábidos	0 carábidos	0 carábidos	100 carábidos	25 carábidos
	26 gorgojos	0 gorgojos	0 gorgojos	0 gorgojos	0 gorgojos

Fuente: Elaboración Propia

Uso de materiales, equipos e insumos

Una vez realizado la división de tratamientos se procedió a colocar el número de carábidos y gorgojos mostrados en la tabla 8, donde se tiene un total 15 tratamientos y la frecuencia de colocación de carábidos de la especie *Notiobia schnusei* se dio de acuerdo a lo siguiente:

- Se colocó 25 carábidos de la especie *Notiobia schnusei* y 26 gorgojos en el tratamiento 1; 50 carábidos *Notiobia schnusei* y 26 gorgojos en el tratamiento 2; 100



carábidos *Notiobia schnusei* y 26 gorgojos en el tratamiento 3, tratamiento del testigo se llevó tomar 3 muestras en los 3 bloques que no se colocó ninguna especie.

- De igual forma el tratamiento del químico es el clásico sembrío y manejo del cultivo de papa que se realiza en el distrito de Ilave y es por lo cual también se llevó a trabajar de esa forma con la técnica de la fumigación como manejo químico de plagas, cuya plaguicida utilizada con un compuesto de metamidofos a una dosis de 0.4 litros a 0.6 litros en 200 litros con un límite máximo de residuo de 0,1 ppm.

- **Variabes analizadas**

Variable independiente: Número de carábidos (25, 50 y 100)

Variable dependiente: Número de sobrevivencia de carábidos al repoblamiento por 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días

- **Aplicación estadística**

Para determinar el número de carábidos a 25, 50 y 100 individuos, con respecto al número de sobrevivientes al repoblamiento, se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis a un nivel de $\alpha = 0,05$. Se ha utilizado el Programa de INFOSTAT 2021.

$$H = \frac{12 \sum n_j (\bar{R}_j - \bar{R})^2}{N(N + 1)}$$

Donde:

1. Se le asigna un rango a cada dato, empezando del menor número hasta el mayor número.



2. Si hubiera datos que se repiten (como en el siguiente ejemplo), se le asigna el rango que le correspondería,
3. Luego se suma los valores asignados a los datos,
4. Dividirlos entre las veces que se repite el dato
5. Sumar los rangos, para luego aplicarlos en la fórmula.

3.4.2 Estimar la densidad poblacional de gorgojo de los andes en el cultivo de papa, durante del repoblamiento de carábidos en el distrito de Ilave, Puno.

3.4.2.1 Frecuencia de Muestreo

La frecuencia de muestreo para evaluar el repoblamiento manualmente de la población del carábidos *Notiobia schnusei* en el campo de cultivo de papa, se realizó cada 7 días y se hizo uso de cuadrantes de 1 m^2 (1x1m) para hacer el conteo de los carábidos por el método de recaptura, esto se llevó a cabo de preferencia en horas la mañana, dónde se registró la fecha, la hora, el número de carábidos de cada de parcela, en un cuaderno de campo para que luego estos sean registrados en la base de datos.

Uso de materiales, equipos e insumos

La técnica de acopio de datos se realizó mediante la observación en cual se hizo uso de la ficha de recolección de datos o denominado cuaderno de campo los cuales se estuvieron archivando de acuerdo a las evaluaciones dadas en el lapso del estudio.

El número de evaluaciones se hicieron detalladamente en punto estratégicos A, B, C estos puntos fueron tomados aleatoriamente.



Variables analizadas

Variable independiente: Densidad poblacional de Gorgojos de los andes.

Variable dependiente: Tiempo

Aplicación estadística

Para determinar la densidad poblacional en relación al tiempo y los tratamientos del número de carábidos a 25, 50 y 100 individuos, se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis a un nivel de $\alpha = 0,05$. Se ha utilizado el Programa de INFOSTAT 2021.

$$H = \frac{12 \sum nj(\bar{R}_j - \bar{R})^2}{N(N + 1)}$$

3.4.3 Determinar el daño en tubérculos de papa por gorgojo de los andes, en tratamientos con repoblamiento de carábidos y testigo en el distrito de Ilave, Puno.

Diseño experimental

La recolección de datos de las papas dañadas y sanas se realizó en tres días (miércoles, jueves y viernes) iniciando en las mañanas finalizando al atardecer, en el mes de mayo, para poder cosechar de papa hizo uso de un pico, una bolsa de mercado, cuaderno de campo para tomar nota, posteriormente se separó las papas dañadas de las sanas.

Frecuencia y horario de muestreo:

La frecuencia de muestreo para evaluar el daño ocasionado por gorgojo de los andes en los cultivos de papa, se realizó en 3 días donde se utilizó un cuadrante de 1 m^2 (1x1m) para hacer el conteo del número de papas dañadas y sanas, esto se llevó a cabo en horas la mañana, dónde se registró la fecha, la hora, en un cuaderno de campo para que luego estos sean asentados en el registro de datos.

Tabla 6. Terrarios de conservación de carábidos

Número de Carábidos	N° de táperes						Total
	1	2	3	4	5	6	
TERRARIO "A"	25	25	25	25	25	25	150
TERRARIO "B"	25	25	25	25	25	25	150
TERRARIO "C"	25	25	25	25	25	25	150
TERRARIO "D"	25	25	25	15			90
	TOTAL						540

Variables analizadas

Variable independiente: Número de carábidos (25, 50, 100)

Variable dependiente: Número de papa sin daño y Número de papa con daño

Aplicación estadística

Para determinar el daño ocasionado a la papa (con daño y sin daño) por Gorgojo de los andes y el número de carábidos a 25, 50 y 100 individuos, se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis a un nivel de $\alpha = 0,05$. Se ha utilizado el Programa de INFOSTAT 2021.

$$H = \frac{12 \sum nj(\bar{R}_j - \bar{R})^2}{N(N + 1)}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. REPOBLAMIENTO MANUAL DEL CARÁBIDO *N. SCHNUSEI* EN EL CAMPO DE CULTIVO DE PAPA, EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.

La repoblación de carábidos a los 7 días, registra valores entre 0 a 3 individuos, existiendo una mayor sobrevivencia a un tratamiento con 50 individuos y la menor sobrevivencia se registra en el tratamiento control (sin la presencia de carábidos), mientras que a los 14 días los valores de error estándar varían entre 0 a 4 individuos, existiendo una mayor sobrevivencia a un tratamiento con 100 individuos y la menor sobrevivencia se registra en el tratamiento control (sin la presencia de carábidos) (Figura 10 y 11).

El repoblamiento manual de Carábidos, aplicados para controlar el daño ocasionado por el gorgojo de los andes, al cultivo de papa con diferentes números de individuos (tratamientos) en relación al tiempo (7, 14, 21, 28 y 35 días), presentan diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), sin embargo, para 42 días del repoblamiento, no presenta diferencias estadísticas (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de Kruskal Wallis de repoblamiento manual de Carábidos en diferentes tratamientos con variación del número de individuos para el control de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) en relación al tiempo.

Tiempo (días)	n	G1	Hcalc (0,05)	P	Diferencias estadísticas			
					25	50	100	Control
7	9	3	11,51	0,0043	B	B	B	A (-)
14	9	3	11,42	0,0056	A	A	B (+)	A
21	9	3	7,27	0,0469	A	A	B (+)	A
28	9	3	17,17	0,0001	A	A	B (+)	A
35	9	3	15,07	0,0008	A	A	B (+)	A
42	9	3	1,32	0,6248	No existe diferencia estadística			

Existe diferencia ($p \leq 0,05$) de repoblamiento manual de Carábidos en diferentes tratamientos con variación del número de individuos para el control de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), considerando el tiempo de 7, 14, 21, 28, 34, mientras a los 42 días no existe diferencia estadística ($p=0,6248$).

Las diferencias encontradas entre los días de aplicación y tratamientos de variación del número de individuos de carábidos, es probable que esté relacionado con heterogeneidad de los hábitats (Niemela, 2001) y refugios que influyen en la disminución en la población de gorgojo de los andes (Loza, 2015).

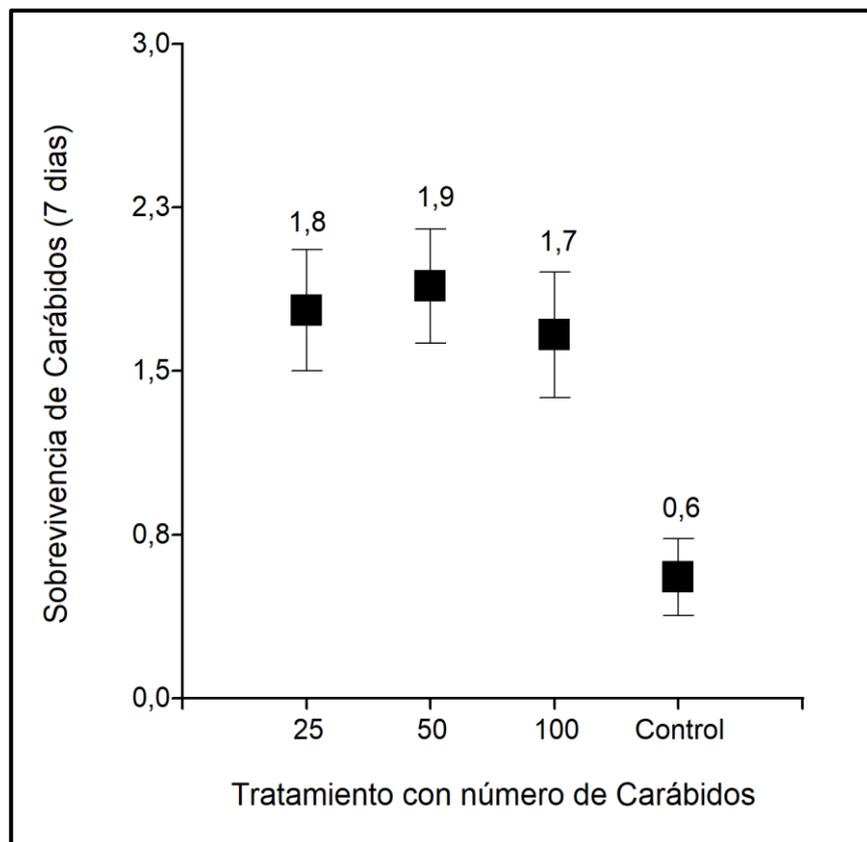


Figura 10. Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido), San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.

Replamamiento de *Notiobia schnusei* (carábido) a los 7 días de evaluación con diferentes tratamientos de variaciones de individuos (25, 50, 100 y control) en cultivos de papa con *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes).

Existe diferencia ($p=0,0043$) de la sobrevivencia de carábidos al control de gorgojo de los andes a los 7 días de replamamiento. Asimismo, también fue diferente ($p=0,0056$) a los 14 días.

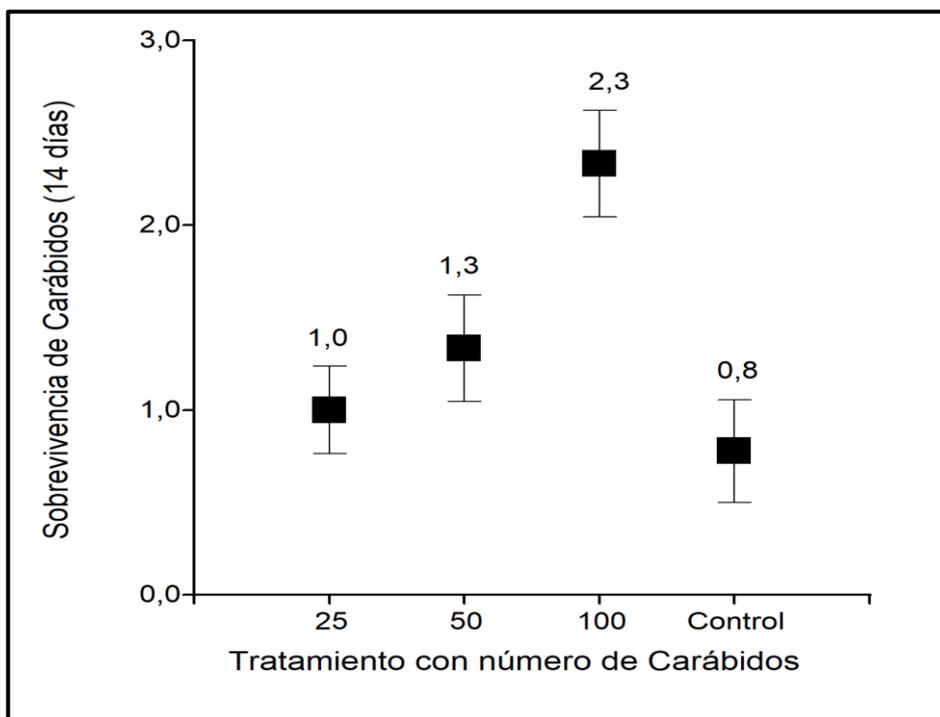


Figura 11. Replamamiento de *Notiobia schnusei* (carábido), San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.

Replamamiento de *Notiobia schnusei* (carábido) a los 14 días de evaluación con diferentes tratamientos de variaciones de individuos (25, 50, 100 y control) en cultivos de papa con *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes)

Cabe destacar que los hábitats, son necesarios para enfrentar a los enemigos naturales, lo cual está relacionado con el control biológico de las plagas (Lee *et al.*, 2001),



debido a que los carábidos, están presentes en los refugios y/o hábitats disponibles (Piella, 1985). La reproducción en el altiplano es febrero, mientras en otros países su época reproductiva es en invierno, siendo su máximo desarrollo en diciembre y enero (De los Santos *et al.*, 1985). A los 7 y 14 días, coincide la menor sobrevivencia en el tratamiento control, a pesar que no fueron repoblados en dicho tratamiento, es probable que hubo una migración, no inducida de algunos individuos de carábidos.

El repoblamiento de carábidos a los 21 días, registra valores varían entre 0 a 4 individuos, existiendo una mayor sobrevivencia a un tratamiento con 100 individuos y la menor sobrevivencia se registra en el tratamiento control (sin la presencia de carábidos), mientras que a los 28 días los valores de error estándar varían entre 0 a 6 individuos, existiendo una mayor sobrevivencia a un tratamiento con 100 individuos y la menor sobrevivencia se registra en el tratamiento control (sin la presencia de carábidos). Finalmente, a los 35 días registra valores de error estándar que varían entre 0 a 4 individuos, existiendo una mayor sobrevivencia a un tratamiento con 100 individuos y la menor sobrevivencia se registra en el tratamiento control (sin la presencia de carábidos) (Figura 12, 13 y 14).

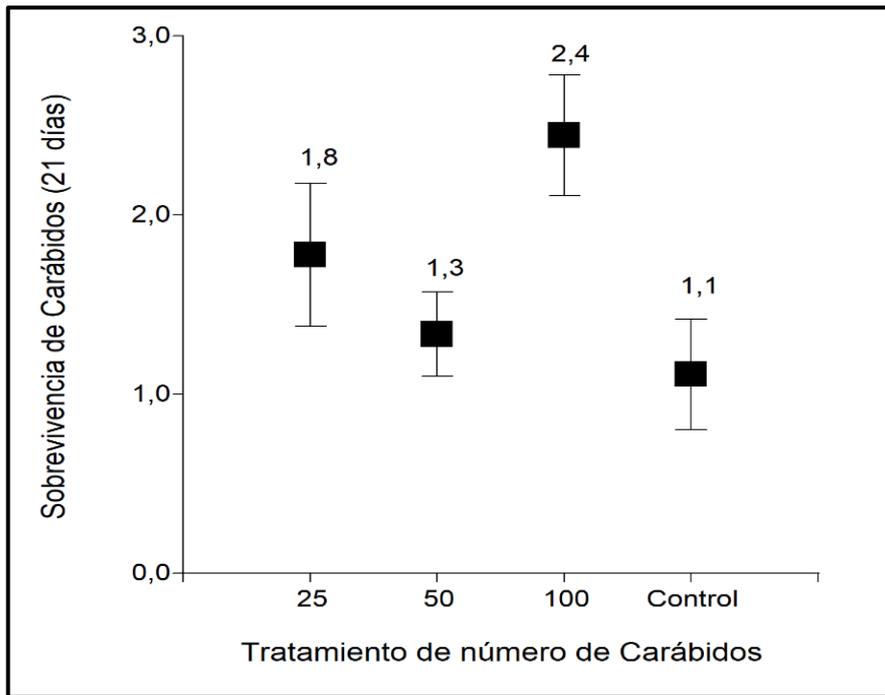


Figura 12. Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido), San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.

Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido) a los 21 días de evaluación con diferentes tratamientos de variaciones de individuos (25, 50, 100 y control) en cultivos de papa con *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes).

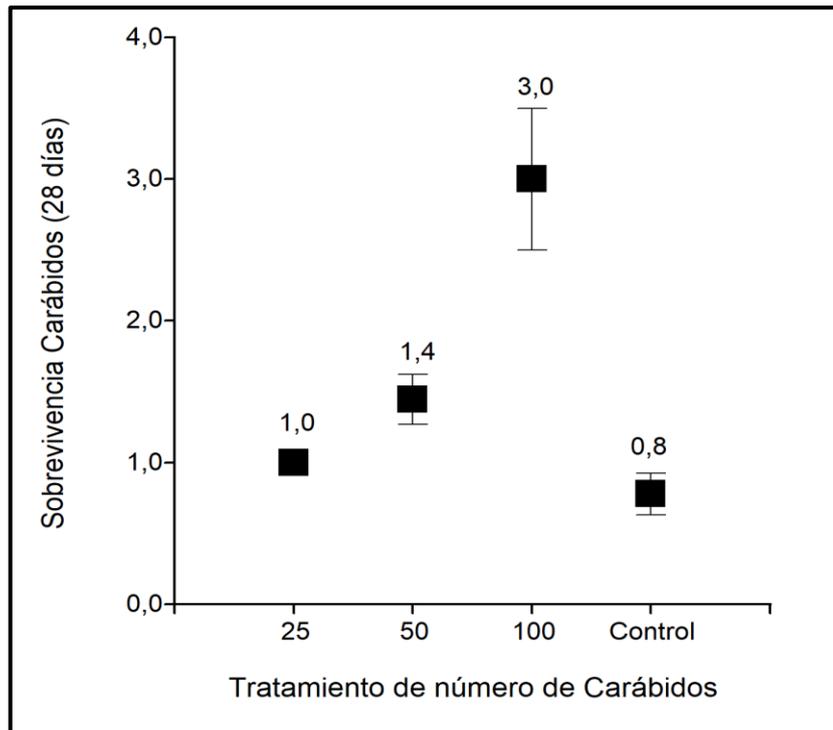


Figura 13. Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido), San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.

Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido) a los 28 días de evaluación con diferentes tratamientos de variaciones de individuos (25, 50, 100 y control) en cultivos de papa con *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes).

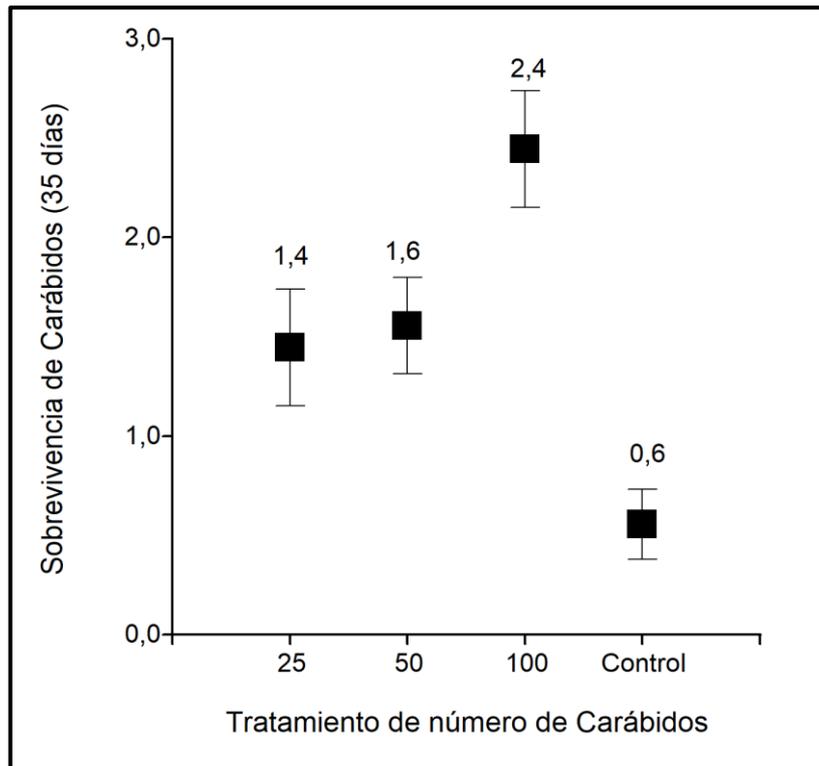


Figura 14. Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido), San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.

Repoblamiento de *Notiobia schnusei* (carábido) a los 35 días de evaluación con diferentes tratamientos de variaciones de individuos (25, 50, 100 y control) en cultivos de papa con *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes)

La necesidad de inducir el control biológico a través de carábidos, para el control de la población de larvas del gorgojo de los andes, siendo alta en la etapa de la tuberización y cosecha, siendo un aspecto positivo para el desarrollo del gorgojo de los andes (Paitan, 2017), sin embargo, los cambios que ocurren con las temperaturas no influyen en la dinámica poblacional de los gorgojos de los andes (González *et al.*, 2009).

El control biológico integrado para la producción de papa, necesario para el control de insectos fitófagos y enfermedades (Francisco & Perez, 2019), sin embargo, el uso de insecticidas, provocan altos costos económicos, perjuicio a los ecosistemas, afecta



a los organismos benéficos (Gutierrez *et al*, 2013). Otro aspecto que se debe destacar es el comportamiento de capturar y alimentarse de otro organismo, esto implica que los carábidos se comen las larvas del gorgojo de los andes, es esta situación ha ocurrido en nuestra investigación con tratamientos con diferentes números de carábidos y evaluados a diferentes días. Esta interpretación coincide con lo manifestado por Stehr (1990), que menciona que los principios básicos de las relaciones predador – presa se aplican similarmente a casos de manejo en relación a las redes alimenticias control biológico. También, son coincidentes las afirmaciones de (Cisneros, 1995; SENASA, 2015), quienes afirman que los predadores, se alimenta de otros organismos vivos que matan a sus presas, esto implica que regulan las plagas.

4.2 ESTIMAR LA DENSIDAD POBLACIONAL DE GORGOJO DE LOS ANDES EN EL CULTIVO DE PAPA, DURANTE DEL REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.

En relación a la densidad poblacional de gorgojo de los andes a diferentes tiempos de evaluación (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días), ninguno presenta diferencia estadística ($p \leq 0,05$) (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) de la densidad de sobrevivencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

Tiempo (días)	n	GI	Hcalc (0,05)	P
7	9	3	3,47	0,2697
14	9	3	0,77	0,7950
21	9	3	2,13	0,2530
28	9	3	2,98	0,2610
35	9	3	2,23	0,1031
42	9	3	0,97	0,1033

Fuente: Realizado en parcelas experimentales de la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Ilave, a partir de enero a abril del 2019.

La densidad de sobrevivencia de gorgojo de los andes, a los 7 días, registra un máximo de 0 a 3 individuos, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el tratamiento con 50 individuos, mientras que los 14 días alcanza de 0 a 2 individuos, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el tratamiento en el control (ausencia de carábidos), la menor densidad de sobrevivencia se registra en el tratamiento con 50 individuos. A los 21 días registra valores de 0 a 2 individuos, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el control, y la menor se registra en el tratamiento con 50 individuos, a los 28 días los valores de 0 a 3 individuos, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el tratamiento control (ausencia de carábidos), la menor densidad de sobrevivencia se registra en el tratamiento con 50 individuos, mientras que a los 35 días, registra valores de 0 a 2 individuos, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el tratamiento con 100 individuos y la menor se registra en el tratamiento con 25 individuos. Finalmente, a los 42 días, los valores 0 a 1 individuo, existiendo una mayor densidad de sobrevivencia en el tratamiento control (ausencia de carábidos), la menor

densidad de sobrevivencia se registra en el tratamiento con 25, 50 y 100 individuos (Figura 15, 16, 17, 18, 19 y 20).

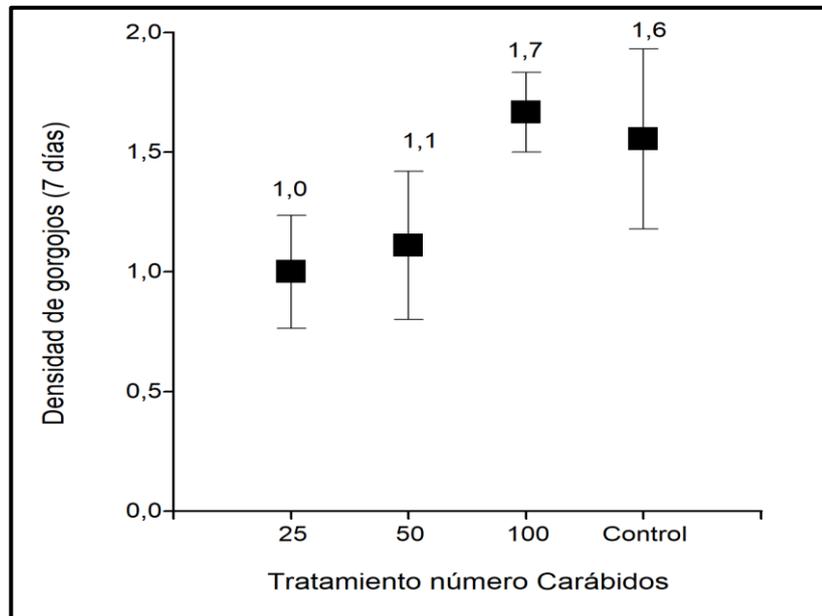


Figura 15. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional (5 m^2) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 7 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

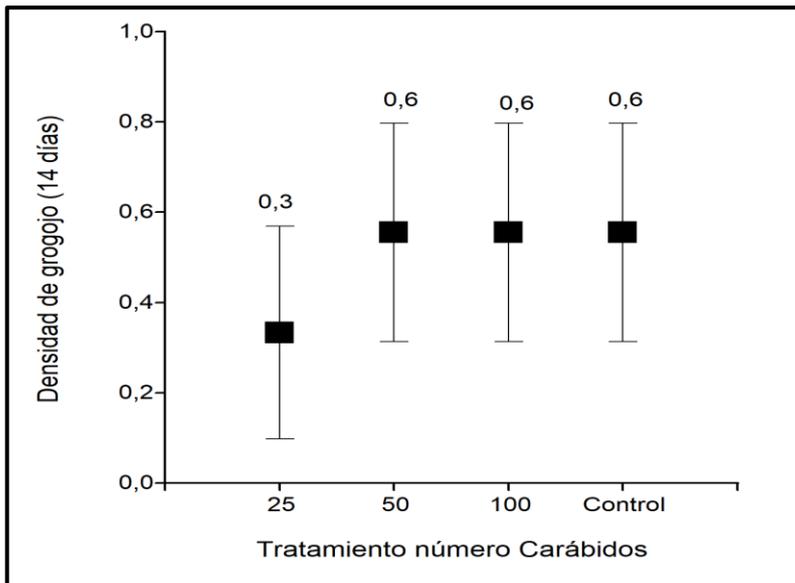


Figura 16. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional (5 m^2) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 14 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

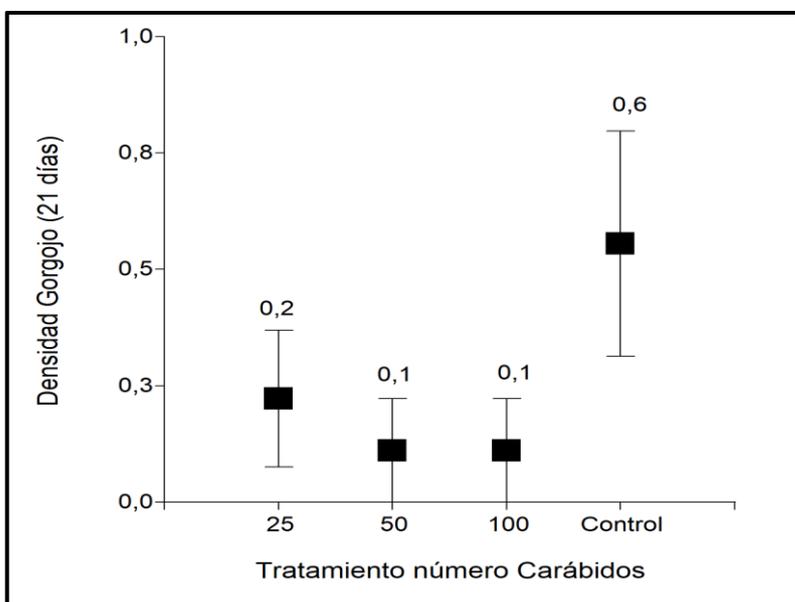


Figura 17. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional (5 m^2) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 21 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

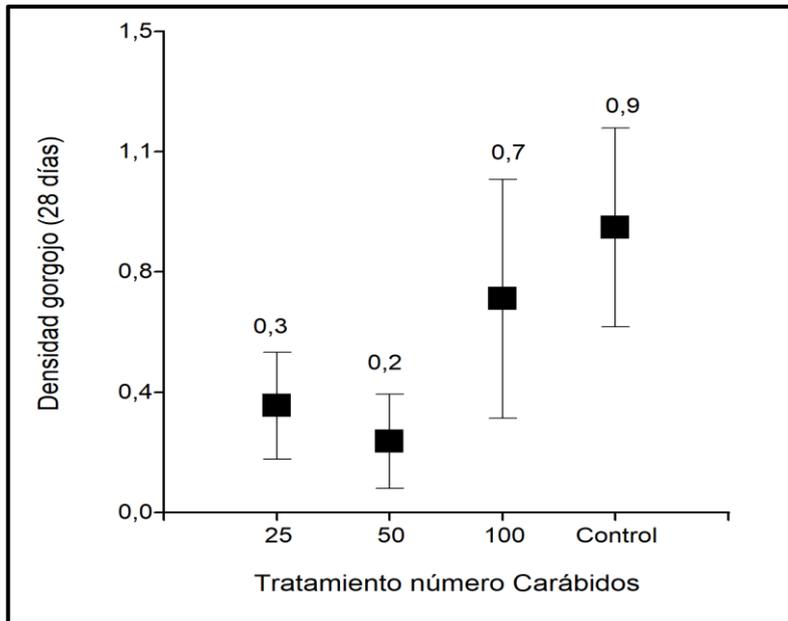


Figura 18. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional (5 m^2) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 28 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

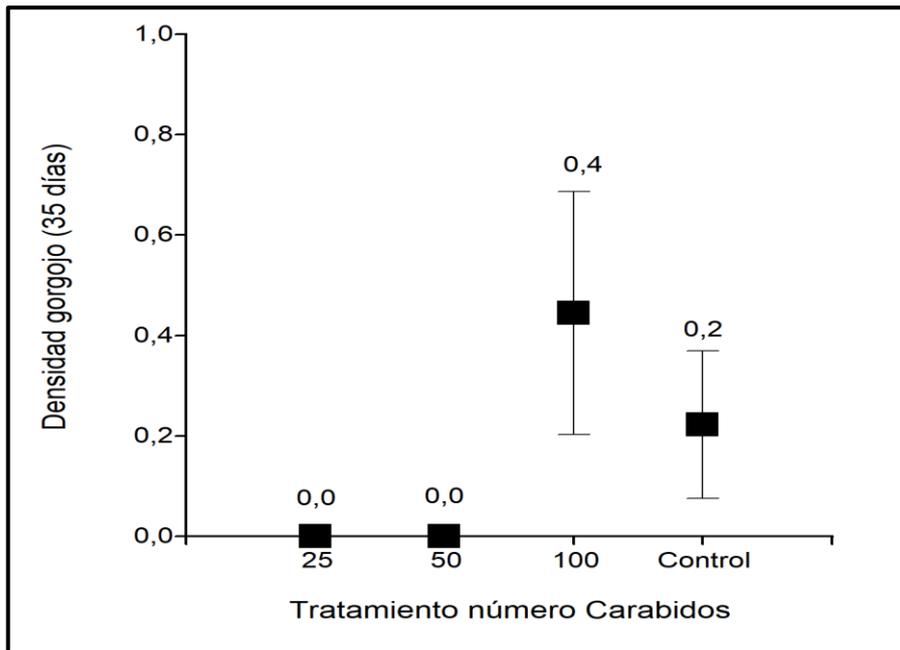


Figura 19. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional (5 m^2) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 35 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

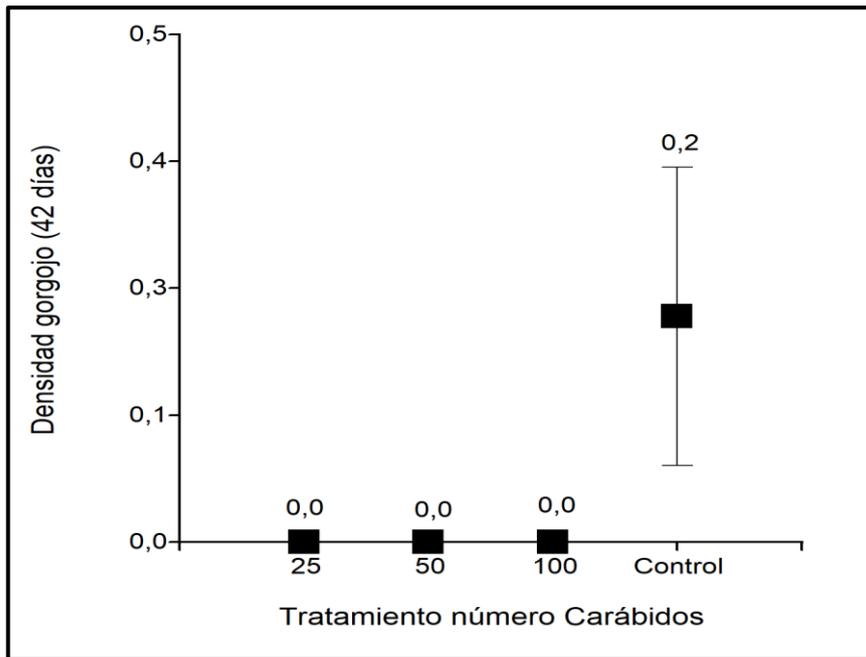


Figura 20. Densidad poblacional de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes), San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Densidad poblacional ($5 m^2$) de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) a los 42 días de evaluación con diferentes tratamientos de número de individuos de *Notiobia schnusei* (carábido).

Si bien es cierto, que no existe diferencia estadística de la densidad poblacional del gorgojo de los andes, entre los diferentes días de evaluación (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días), es importante analizar la diferencia numérica, debido a que se ha observado que la ausencia de carábidos para controlar las larvas del gorgojo de los andes, la población todavía puede sobrevivir el gorgojo de los andes, hasta los 42 días.

La sobrevivencia del gorgojo de los andes, también está influenciada por la precipitación pluvial, humedad del suelo, donde influye en el incremento gradual, donde alcanza su máxima población en enero (Jarandilla, 2006; Cristobal, 2007). Entonces, podemos afirmar la densidad poblacional del gorgojo de los andes, está relacionado

positivamente con la presencia de las lluvias y humedad que se presenta en el cultivo de la papa. Además, mencionamos que en el ciclo biológico del gorgojo de los Andes, existe una asociación entre insecto, la planta y el medio ambiente (Egúsqüiza, 2013).

4.3 DETERMINACIÓN DEL DAÑO EN TUBÉRCULOS DE PAPA POR GORGOJO DE LOS ANDES, EN TRATAMIENTOS CON REPOBLAMIENTO DE CARÁBIDOS Y TESTIGO EN EL DISTRITO DE ILAVE, PUNO.

El control biológico de los carábidos, tiene efectos positivos en disminuir la cantidad de tubérculos de papa, sin daño por gorgojo de los andes, este porcentaje puede alcanzar hasta un máximo de 93,27% con el tratamiento de 100 individuos de carábidos, mientras que sin el control de los carábidos, los tubérculos de papa, alcanzan hasta 55,34%, en tanto las papas, dañadas alcanzan 44,65% que ocurre en el tratamiento sin presencia de carábidos, asimismo, el menor daño ocurre con el tratamiento de 100 individuos, que alcanza a 6,72 % (Tabla 9).

Tabla 9. Evaluación del total de papas sin daño y dañadas por gorgojo de los andes con aplicación de carábido, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Tratamientos	Número total de papas	Número de papas sanas	%	Número de papas dañadas	%
25	244	169	69,26 %	75	30,73 %
50	196	132	67,34 %	64	32,65 %
100	251	166	66,13 %	85	33,86 %
Control	194	149	76,80 %	45	23,19 %
25	111	92	82,88 %	19	17,11 %
50	288	191	66,31 %	97	33,68 %
100	588	416	70,74 %	172	29,25 %
Control	430	238	55,34 %	192	44,65 %
25	445	375	84,26 %	70	15,73 %
50	717	520	72,52 %	197	27,47 %
100	729	680	93,27 %	49	6,72 %
Control	489	365	74,64 %	124	25,35 %



La actividad de los carábidos contra la fauna de artrópodos puede ser compleja, debido a su actividad depredadora a distintos niveles en la cadena trófica (Carrillo et al., 2007), siendo importante en los sistemas agrícolas, recurrir al control biológico de las plagas, siendo un servicio ecosistémico complejo que se asocia generalmente de forma positiva con la biodiversidad de los gremios de enemigos naturales, que atacan a las plagas de artrópodos y a las malas hierbas (Crowder & Jabbour, 2014), así como las babosas, orugas y larvas (Reich et al., 2020).

Entonces, los carábidos, son importantes en los sistemas agrícolas, donde existe producción de papa, sin embargo, las comunidades utilizan productos agroquímicos, para controlar las plagas, éstas ocasionan perturbación en los ecosistemas agrícolas, debido a que afectan la flora y fauna nativa, que interactúan en el funcionamiento del ecosistema.

Se considera una buena alternativa de control biológico de las larvas de gorgojo de los andes, la aplicación de carábidos, que permiten disminuir el daño que puede ocasionar a la producción de papa en el altiplano, debido a que estas especies, poseen un amplio rango de presas alternativas para su alimentación considerándolos como depredadores eurípagos y facultativos, por ejemplo pueden depredar diferentes estadios de los insectos plagas más importantes del altiplano, tales como el complejo del gorgojo de los andes *Premnotrypes solaniperda*, *Notiobia schnusei*, inclusive puede atacar a pupas de gorgojo de los andes (Loza, 2001), siendo la capacidad de depredación y ritmo de actividad diaria especies de carábidos (coleóptera) comunes en agroecosistemas del altiplano, teniendo un número diario de presas que consume hasta 29,9 mg de insectos fitófagos (Loza, 2003).

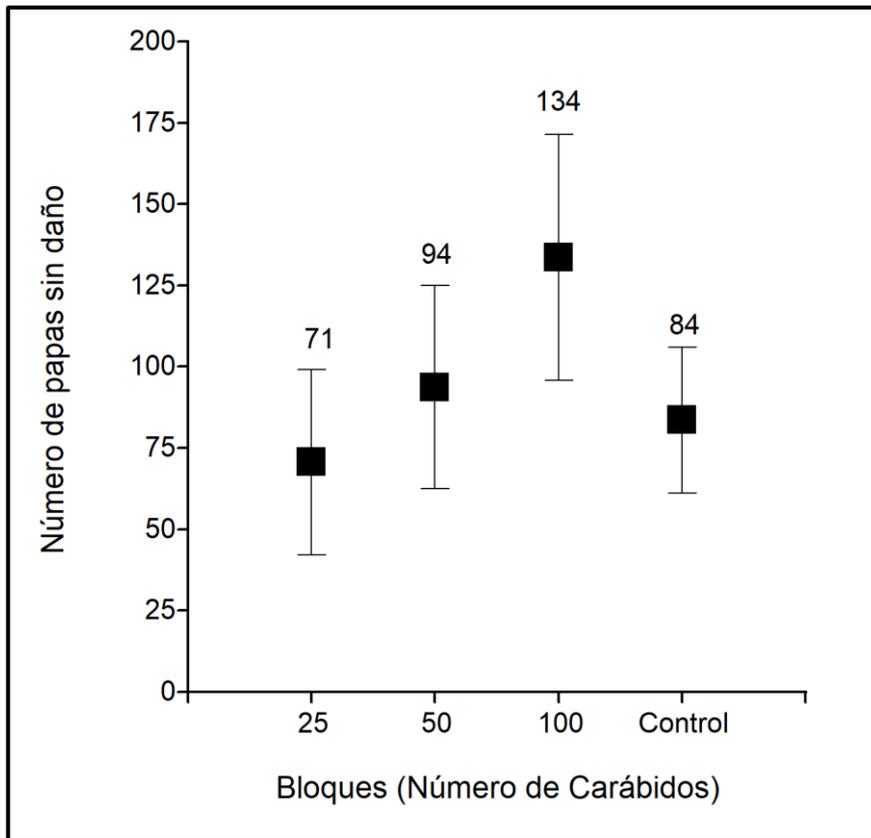


Figura 21. Número de papas contabilizadas sin daño, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Número de papas contabilizadas sin daño con la presencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos del número de individuos (25, 50, 100 y control) de *Notiobia schnusei* (carábido).

No existe diferencia estadística entre las papas sin daño evaluados con presencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos del número de individuos (25, 50, 100 y control) de *Notiobia schnusei* (carábido) (Hcalc (0,05) = 2,12; Gl= 3; P= 0,5478)

Las papas dañadas por la presencia del gorgojo de los andes, se presenta el mayor daño en el tratamiento con 50 individuos (40 dañadas de un total de 200 papas), mientras que el menor daño presenta con 25 individuos (18 dañadas de un total de 200 papas) (Fig.

22).

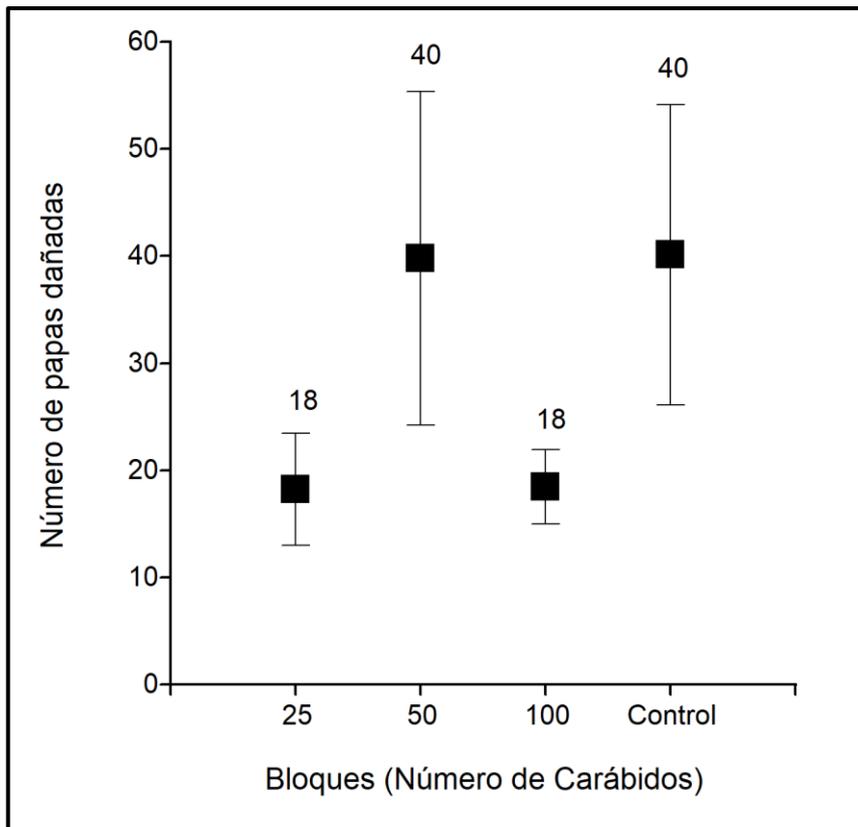


Figura 22. Número de papas contabilizadas sin daño, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.

Número de papas contabilizadas dañadas con la presencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos del número de individuos (25, 50, 10 y control) de *Notiobia schnusei* (carábido).

Realizado en las parcelas experimentales de papa en la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Ilave, a partir de enero a abril del 2019.

No existe diferencia estadística entre las papas dañadas evaluados con presencia de *Premnotrypes solaniperda* (gorgojo de los andes) con diferentes tratamientos del



número de individuos (25, 50, 10 y control) de *Notiobia schnusei* (carábido) (Hcalc (0,05) = 5,15; Gl= 3; P= 0,1563).

El daño ocasionado por el “gorgojo de los Andes”, en los campos de cultivo, es significativos en la papa, pudiendo llegar hasta 52% del rendimiento del cultivo y un costo en pérdida de 4 160 soles por hectárea (Paitan, 2017), también (Delgado, 2005) infiere que el porcentaje total de tubérculos dañados por larvas de “gorgojo de los Andes” es mayor en zonas agroecológicas. Así mismo Jarandilla (2006) en el estudio realizado demuestra que el daño causado por la larva del gorgojo de los Andes en tubérculos de papa fue mayor con un 81% y una severidad de 24%. En tanto (Velásquez, 2018), indica que la capacidad predatoria del carábido *Notiobia schnusei* podría evitar la infestación de la papa por el gorgojo de los andes, ya que en estudio en laboratorios demuestra que *Notiobia schnusei* tiene preferencia alimentaria por el estadio larval de *Premnotrypes solaniperda*.



V. CONCLUSIONES

- a) Si es posible el repoblamiento de carábidos en el cultivo de papa, en diferentes tiempos (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días), donde presentan un rango entre 0 a un máximo de 6 individuos, teniendo un mayor repoblamiento en el tratamiento con 100 individuos a los 28 días.
- b) La densidad poblacional del gorgojo de los andes a diferentes tiempos (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días), presentan un rango entre 0 a un máximo de 3 individuos, teniendo una mayor densidad al tratamiento con 100 individuos a los 28 días.
- c) El control biológico de los carábidos, disminuye el daño de tubérculos de papa, llegando a un valor de máximo de 93,27% con el tratamiento de 100 individuos de carábidos, mientras que, sin el control de los carábidos, los tubérculos de papa dañadas, alcanzan hasta 55,34%.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios sobre carábidos, ya que nuestros conocimientos sobre esta especie son escasos.
- Realizar estudios más detallados del carábidos *Notiobia schnuisei* y su influencia en el control de plagas de los diferentes cultivos.
- Estudiar la incidencia y diversidad de los carábidos en los diferentes cultivos y determinar su aporte en el control de plagas.
- Mantener los hábitats ya que son de importancia para los enemigos naturales.
- Por la baja producción bibliográfica en carábidos del departamento de Puno, es necesario una mayor investigación de este orden, que permita exclusividad de especies, evitando así que se use textos de otros países, que no poseen la biodiversidad ecológica que nuestro país.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2003). Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000100008
- A. Loza, R. B. (2001). *Poblaciones carabidos Rev. Peruana de Entomologia. 1.pdf* (p. 10).
- A. Loza , R. B. (2003). *Carabidos-en-Agroecosistemas-de-Puno 129.pdf(p.8)*
- Apaza, A., & Loza, A. (2001). Amplitud depredadora y preferencia de presa en tres especies de carábidos (Coleoptera) del altiplano de Puno, Perú. *Revista Peruana De Entolomogía*, 73 - 78.
- Apaza, S. (2011). Densidad poblacional, grados de infestación e influencia de Factores edafoclimaticos en la infestación de *Nacobbus spp.* y *Globodera spp.* en papa (*solanum spp.*) de Puno. Puno: Tesis de post grado de la Universidad Nacional del Altiplano .
- Arcos, J. (2017). Rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas para mejorar la Productividad en Papa. Lima : Tesis de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria.
- Bastidas, S. e. (2005). El gusano blanco adulto de la papa y alternativas de manejo. Quito: INIAP.
- Bach, C. Peilla A . (1985). (Col. Carabidae) mas abundantes por la mayoría de los seres vivos , además de presentar una disconti- nuidad en su distribución espacial sobre un área concreta , presentan tam- bién una discontinuidad en la distribución temporal, 147–163.
- Carrasco, S. (2005). Metodologia de investigacion cientifica (Primera ed.). Peru: San Marcos. doi:ISBN. 9972-34-242-5
- Cisneros, F. (1995). Control de plagas agricolas. Lima - Perú: Imp. Full Print. S.R.L.



- Cordova, L. (2016). Uso de barreras de plásticos para el control del Gorgojo de los Andes, en la producción orgánica de papa nativas en la microcuenca de Mariscal Cáceres, Distrito de Conayca región Huancavelica. Huancayo: Tesis de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Carrillo, R., Alarcón, R., & Neira, M. (2007). The effects of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on the arthropod fauna of wheat fields in Chile. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 101–111. <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i1.6060>
- A. Loza, R. B. (2001). *Poblaciones carabidos RPE 1.pdf* (p. 10).
- A. Loza, R. B. (2003). *Carabidos en agroecosistemas de Puno 129.pdf (p.8)UNO129.pdf* (p. 8).
- Carrillo, R., Alarcón, R., & Neira, M. (2007). The effects of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on the arthropod fauna of wheat fields in Chile. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 101–111. <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i1.6060>
- Claudia Jarandilla Rodriguez, 2010. (2006). *Universidad Mayor De San Andres Facultad De Agronomia Carrera De Ingenieria Agronómica Tesis De Grado*.
- Crowder, D. W., & Jabbour, R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. *Biological Control*, 75, 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.10.010>
- Cruz, R. T. de la. (2017). Evaluación del comportamiento del gorgojo de los andes (*premnotypes suturicallus*) en 05 variedades de papa nativa -Lircay -Huancavelica. *Tesis*, 125.
- De Los Santos, A., Montes, C., & Ramirez-Diaz, L. (1985). (Life cycles of some carabid populations (Co., Carabidae) in ecosystems of Guadalquivir Bay, southwestern Spain, with special reference to *Steropus globosus ebenus* Quens, 1806). *Revue d'écologie et de Biologie Du Sol*, 22(1), 75–95.
- Delgado, P. (2005). *Distribución y abundancia de especies de Gorgojo de los Andes (Coleóptera: Curculionidae) en zonas agroecológicas circunlacustre y Suni de Puno*. 118.
- Esprella R., Flores P., Garcia J. (2012). *Guía práctica para producir nuestra semilla de papa de calidad, guía para agricultores y técnicos*. 283. <https://doi.org/10.4160/978->



92-9060-424-2

- Francisco, C., & Perez, J. (2019). "Produccion de papa bajo un manejo Organico en integrado (*Solanum tuberosum* L.) cv. 'Única' en Zonas Aridas ." *TESIS*.
- González, M. A., Jarandilla, C., & Chambilla, C. (2009). *Estudio sobre la dinámica poblacional del gorgojo de los Andes bajo las condiciones actuales de cambio climático. 04*.
- Gutierrez, A., Robles, A., Santillan, C., Ortiz, M., & Cambero, O. (2013). Control biologico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, Mexico. *Revista Bio Ciencias Junio*, 2(3), 102–112.
- Holland, J. M., & Luff, M. L. (2000). The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5(2), 109–129. <https://doi.org/10.1023/A:1009619309424>
- Honek, A., Martinkova, Z., & Jarosik, V. (2003). Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of Entomology*, 100(4), 531–544. <https://doi.org/10.14411/eje.2003.081>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Produccion Nacional - Abril 2020. *Informe Técnico*, 6, 1–62. www.inei.gob.pe
- Lee, J. C., Menalled, F. D., & Landis, D. A. (2001). Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 38(2), 472–483. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00602.x>
- Lima, Y. (2015). Efecto De Cambios Climatologicos En La Produccion De Papa En Centro Poblado Chijichaya – Ilave. *Tesis*, 112.
- Loza, A., & Bravo, R. (2001). Poblaciones de carábidos (Coleoptera) en agrosistemas del altiplano peruano. In *Revista Peruana de Entomología* (Vol. 42, pp. 79–87). <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/142/118>
- Loza, A., Bravo, R., & Delgado, P. (2015). Refugios artificiales para comunidades de artrópodos depredadores epígeos y su efecto en el control biológico del gorgojo de los Andes en el cultivo de papa , Puno - Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 50(2), 13–25. <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/824/1/Loza->



Refugios_artificiales_artrópodos.pdf

- Martinez, C. (2005). Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. In *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- Moreno Tapia, J. (2014). Tipos de Investigación. *DIVULGARE Boletín Científico de La Escuela Superior de Actopan*, 1(1), 4–7. <https://doi.org/10.29057/esa.v1i1.1580>
- Niemelä, J. (2001). Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: A review. *European Journal of Entomology*, 98(2), 127–132. <https://doi.org/10.14411/eje.2001.023>
- Paleologos, M. F., Cicchino, A. C., Blandi, M. L., & Sarandón, S. J. (2020). Los Carábidos (Coleoptera) como indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 119(2), 059. <https://doi.org/10.24215/16699513e059>
- Piella, A. M. C. T. y C. B. (1985). Fenología de las Especies de Carabidos (Col.Carabidae) mas abundantes en la cuenca del Bemberzar(Nw. de la Provincia de Cordoba .Tesis , 147-163.
- Polack, L., Lecuona, R. E., & Noem, S. (2020). *Control biológico de plagas en horticultura*.
- Reich, I., Jessie, C., Ahn, S. J., Choi, M. Y., Williams, C., Gormally, M., & Mc Donnell, R. (2020). Assessment of the biological control potential of common carabid beetle species for autumn- and winter-active pests (Gastropoda, lepidoptera, diptera: Tipulidae) in annual ryegrass in Western Oregon. *Insects*, 11(11), 1–22. <https://doi.org/10.3390/insects11110722>
- Ricra M.; Castañeda, D. (2018). Eficacia de cinco insecticidas para el control de Gorgojo de los Andes (*premnotrypes sp.*) en condición de laboratorio y campo [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. In *Tesis*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252>
- Rojas, J. (2007). Evaluacion de Aceites Esenciales Naturales e Insecticida Quimico en el



control del Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), Provincia Omasuyos Juan. *Tesis*.

Sunderland, L Underland, L. &. (1996). *Ecology and Behavior of Ground Beetles (Coleoptera:Carabidae)*.112.

velasquez miranda Edwin, 2021. (2018). Factores Que Influyen En El Inicio De Relaciones Sexuales En Los Adolescentes De La Institución Educativa Secundaria Independencia Nacional Puno, 2017. *Tesis*, 113.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10951>

Yábar, E., Castro, E., Meló, L., & Gianoli, E. (2006). Predación de *Bembidion* sp., *Notiobia peruviana* (Dejean) y *Metius* (Coleoptera: Carabidae) sobre huevos de *Premnotrypes latithorax* (Pierce) (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Peruana de Entomología*, 45, 91–94.



ANEXOS



ANEXO A. Diagnóstico de población de carábidos antes del estudio

Fechas	Lugares	A	B	C	Total
07/03/2019	Entrada a Collpa	1	0	0	1
07/03/2019	Mitad del camino	0	0	1	1
07/03/2019	Frente a los tratamientos	1	0	0	1
07/03/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0
14/03/2019	Entrada a Collpa	0	0	1	1
14/03/2019	Mitad del camino	0	0	0	0
14/03/2019	Frente a los tratamientos	0	0	1	1
21/03/2019	Entrada a Collpa	0	0	0	0
21/03/2019	Mitad del camino		0	0	1
28/03/2019	Entrada a Collpa	1	0	0	1
28/03/2019	Mitad del camino	0	1	1	2
28/03/2019	Frente a los tratamientos	0	0	0	0
28/03/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0
04/04/2019	Entrada a Collpa	0	0	0	0
04/04/2019	Mitad del camino	0	1	0	1
04/04/2019	Frente a los tratamientos	0	0	0	0
04/02/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0
11/04/2019	Entrada a Collpa	0	0	0	0
11/04/2019	Mitad del camino	0	0	1	1
11/04/2019	Frente a los tratamientos	0	0	0	0
11/04/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0
18/04/2019	Entrada a Collpa	0	0	0	0
18/04/2019	Mitad del camino	0	0	1	1
18/04/2019	Frente a los tratamientos	1	0	0	1
18/04/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0
25/04/2019	Entrada a Collpa	0	0	0	0
25/04/2019	Mitad del camino	0	0	1	1
25/04/2019	Frente a los tratamientos	0	0	0	0
25/04/2019	Margen derecho del tratamiento	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B. Galería de evidencias del estudio



Figura 23. Evaluación de carábidos en la parcela de papa en la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.



Figura 24. Daño en las hojas de la planta de papa por la granizada, San Miguel de Alpacollo -Puno, 2019.



Figura 25. Imagen de las mini parcelas de papa en la comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.



Figura 26. Recolección de gorgojo de los andes en los cultivos de papas aledaños a las parcelas de experimento, San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.



Figura 27. Táper acondicionado con tierra y pasto para colocar a los carábidos cuando son capturados, San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.



Figura 28. Selección de carábidos para ser colocados en las parcelas de papa, comunidad de San Miguel de Alpacollo - Puno, 2019.



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS AMBIENTALES, SALUD Y BIODIVERSIDAD - IICASB, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO.

HACE CONSTAR:

Que la Bachiller, **ROCÍO PAOLA QUICO TUNCO**, con DNI: 45916107, egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas, Programa de Estudios de Biología: Ecología de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, ha realizado su trabajo de TESIS denominado **“REPOBLAMIENTO ASISTIDO DE *Notiobia schnusei* EN EL CULTIVO DE PAPA Y SU EFECTO EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE GORGOJO DE LOS ANDES, ILAVE, PUNO”**, con el apoyo del Instituto de Investigaciones en Ciencias Ambientales Salud y Biodiversidad – IICASB, durante los meses de enero del 2019 hasta mayo del año 2020.

Se emite la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que se estime por conveniente.

Puno, 16 de agosto del 2021.



Firmado digitalmente por LOZA DEL
CARPIO Alfredo Ludwig FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.08.2021 23:39:31 -05:00

.....
Alfredo Loza Del Carpio
IICASB – UNA Puno
DIRECTOR



"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia"

CONSTANCIA

El Coordinador del Área de Protección Vegetal de la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria hace constar:

Que la señorita **Rocio Paola Quico Tunco**, egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, ha desarrollado la tesis de pregrado: "Replamamiento asistido de *Notiobia schnusei* en el cultivo de papa y sus efectos en el control biológico del gorgojo de los Andes, llave, Puno"; dentro de las actividades del Área a mi cargo, en las instalaciones de ésta Institución y campos de agricultores cooperantes.

La presente se emite a solicitud de la interesada para los fines que vea por conveniente.

Puno, 24 de agosto de 2021




PhD(c) Pedro Delgado Mamani
Especialista EEAI Puno del INIA

Rinconada Salcedo S/N
Puno – Perú T: (051) 363812
E: illpa@inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe