

# **CAMBIO CLIMÁTICO Y DIVERSIDAD DE INSECTOS EN EL VALLE DEL MANTARO**

**Hernán Baltazar Castañeda**  
**Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente**  
**Universidad Nacional del Centro del Perú**  
**hbaltaza@hotmail.com**



Además, existe una rica fauna entomológica, muy importante que falta ser investigada, toda vez que los insectos, cuyo comportamiento como plaga, también está considerado como excelentes indicadores del cambio climático, como son los acrídidos, libélulas, carábidos y mariposas; aspecto que es no conocido en el Valle del Mantaro, y de importancia científica actual.

El cambio climático, impacta sobre los insectos, directamente la temperatura porque ectotermicos y poikilotermicos, la humedad relativa que afecta la tasa de reproducción y alimentación, y principalmente los cambios estacionales. Indirectamente cambia la calidad y productividad de la planta, cambio de predadores y patógenos; siendo los insectos altamente sensible y buenos indicadores, muchas taxas y grupos ecológicos; además tienen una corta generación, periodo del ciclo de vida (muchos menores a un año o menos).

Los insectos son artrópodos representado por enormes taxas individuales, cortos ciclos de vida, relacionado con la temperatura, humedad y vegetación. Muchos son buenos indicadores de cambio climático, son importantes del ecosistema, y potencial impacto económico y sanitario.

Manipulaciones experimentales y modelos predictivos son usados y necesarios, pero resulta a menudo dificultoso para interpretar y generalizar careciendo de la selección de los factores ambientales y complejas interacciones resultantes del cambio climático. (LIGHTFOOT, 2006)

La importancia de esta investigación, para el Valle del Mantaro, se expresa en los objetivos:

- Conocer el escenario de cambio climático.
- Conocer la diversidad de insectos.
- Conocer el efecto del cambio climático sobre la diversidad de insectos.

## Historial del artículo

**Recibido:** 09 de noviembre de 2015

**Aprobado:** 27 de noviembre de 2015

**Disponible:** 16 de diciembre de 2015

## ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ Y VALLE DEL MANTARO

Los escenarios futuros ante el Cambio Climático estiman un aumento de hasta 5,8 °C en la temperatura promedio global para el año 2100, y se estima que los principales impactos se manifestarían con el derretimiento del 30% al 50% de la masa glaciar y de gran parte de los casquetes polares; alteraciones que afectarían disponibilidad de agua en todo el mundo.

Según estimaciones del Centro Tyndall de Gran Bretaña, (BROOKS y ADGER, 2003); Perú es el tercer país más vulnerable ante los riesgos climáticos del mundo -es sólo superado por Honduras y Bangladesh-, por lo que las consecuencias del cambio climático podrían ser muy serias para nuestro país. Eventos meteorológicos como heladas, inundaciones y sequías serían más intensos y frecuentes, y sus efectos podrían afectar el desarrollo nacional si es que no empezamos a prepararnos desde hoy.

Según IGP (2005), realizó el control de calidad de los datos, de temperatura y precipitación para la cuenca del Río Mantaro, calculando la climatología, como promedio multianual desde el año 1960 hasta el 2002 considerando que los registros tengan como mínimo 10 años de datos.

Los principales resultados obtenidos, indican en promedio para toda la cuenca, existe una marcada variabilidad estacional en las precipitaciones, con máximos valores entre enero y marzo y mínimos entre junio y julio. El 83% de la precipitación anual tiene lugar entre los meses de octubre a abril, de los cuales el 48% están distribuidos casi equitativamente entre los meses de enero, febrero y marzo.

La distribución espacial de lluvias totales anuales no es homogénea en la cuenca. En la zona con menor precipitación se ubica en la parte centro de la cuenca (Valle del Mantaro) con valores del orden de 650 mm/año.

En los meses de junio, julio y agosto, desde la zona de Jauja, se extiende un núcleo con precipitaciones inferiores a 160 mm/trimestre mientras que, en zona de Concepción, Chupaca y Huancayo se observa un núcleo de 200 mm/trimestre. En los meses de diciembre enero y febrero, en la zona de la Valle del Mantaro la precipitación acumulada llega a 700 mm/trimestre.

Durante el año húmedo (1973), las precipitaciones en el Valle del Mantaro acumularon 900 mm/año, y el año 1992 (año seco) entre 400 y 500 mm/año. Hubo un núcleo de 700 mm/año observado desde el distrito de Tres de Diciembre (Chupaca). En los meses de marzo, abril y mayo, en la zona del valle del Mantaro, las lluvias no superan los 200 mm/trimestre, la isoyeta de 200 mm/trimestre se extiende prácticamente por toda la cuenca.

En la época de estiaje, junio, julio y agosto, En el Valle del Mantaro, las precipitaciones se encuentran alrededor de 40 mm/trimestre.

El promedio mensual de la temperatura mínima del aire, presenta los mínimos valores entre los meses de junio-julio y los máximos entre enero y marzo. Por otro lado, la temperatura máxima registra los valores máximos en noviembre y los mínimos en febrero.

El promedio anual de la temperatura mínima, en el Valle del Mantaro (Jauja, Concepción, Chupaca y Huancayo), las temperaturas mínimas están alrededor de los 4°C. En el mes de julio, mes más frío las temperaturas mínimas se mantienen alrededor de 0°C, y entre Chupaca y Huancayo llegan hasta los 2°C.

El promedio anual de la temperatura máxima del aire presenta valores para el Valle del Mantaro la temperatura máxima alcanza valores entre 16°C y 18°C.

La temperatura media del aire, presenta los valores más bajos en el mes de julio y los máximos en noviembre. Entre 8°C y 10°C en el Valle del Mantaro. Siendo el promedio 12°C.

El clima, según la clasificación climática de Thornthwaite, varía desde Semi Húmedo a Semiseco y Seco. Desde el punto de vista térmico, se tiene desde un clima Semi Frío en la zona del Valle del Mantaro.

Para validar los resultados, el estudio ha considerado datos de veinticinco de las 30 estaciones del SENAMHI cuentan con datos pluviométricos con registros de más de 30 años, y sólo 4 de ellas con registros entre 9 y 15 años. Las estaciones de la red de Electro Perú cuentan con registros de un período mayor a 40 años, mientras que los datos obtenidos del IRI solo cuentan con datos de 15 años aproximadamente. Las series más largas pertenecen a la estación de Huayao del IGP con 81 años de registros, seguido por Jauja con 68 años. (IPG, 2005).

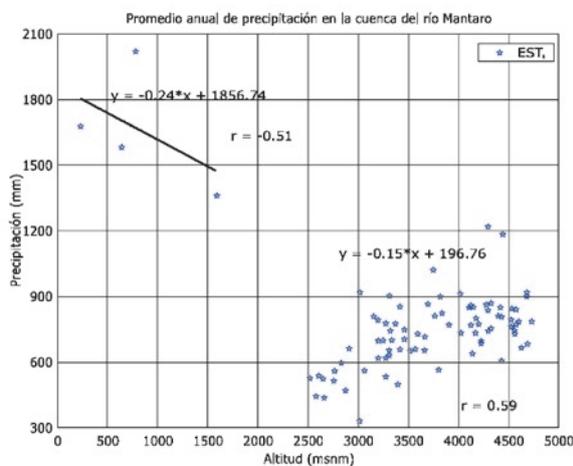


Figura 1. Dependencia de la precipitación con la altitud, altitudes menores y mayores a 2500 msnm. Fuente: IGP, (2005)

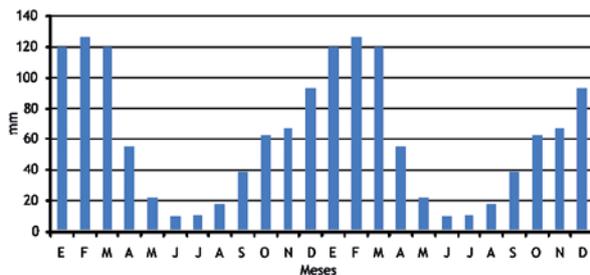


Figura 2. Climatología de precipitación en mm/mes (período 1960 – 2002). Fuente: IGP, (2005)

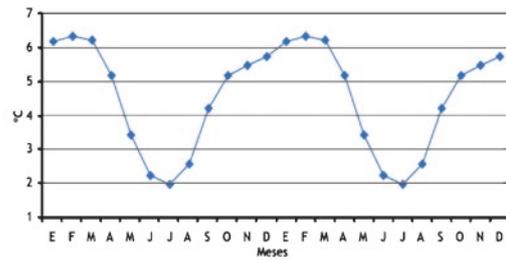


Figura 3. Climatología de la temperatura mínima del aire (período 1960 – 2002) (a 2 m). Fuente: IGP, (2005)

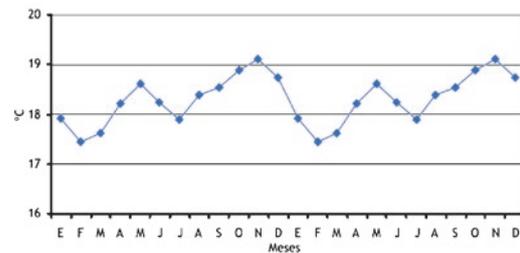


Figura 4. Climatología de la temperatura máxima del aire (período 1960 – 2002) (a 2m). Fuente: IGP, (2005)

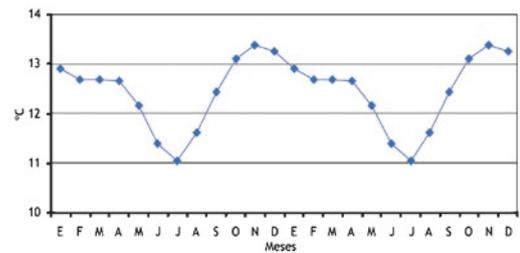


Figura 5. Climatología de la temperatura media del aire (período 1960 – 2002) (a 2 m).. Fuente: IGP, (2005)

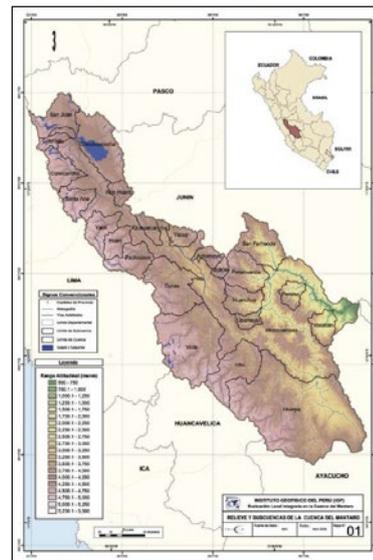


Figura 6: Mapa de relieve y subcuencas de la cuenca del río Mantaro

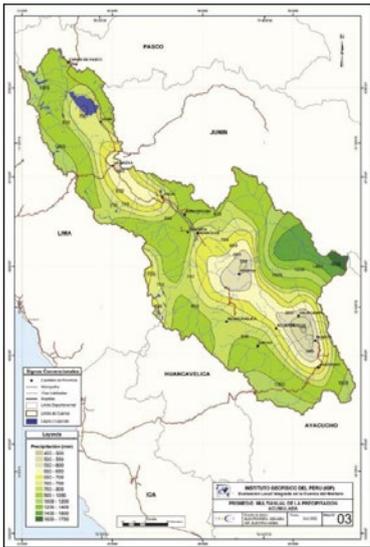


Figura 7: Mapa de promedio multianual de precipitación acumulada

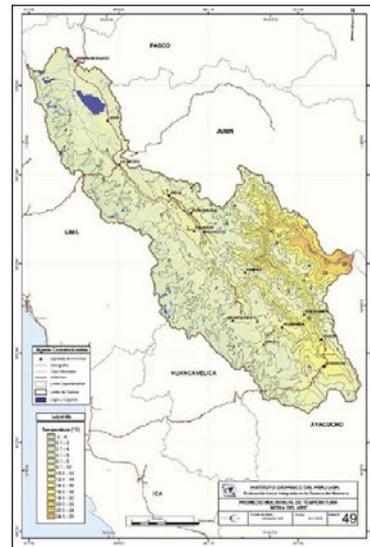


Figura 10: Mapa de promedio multianual de temperatura media del aire

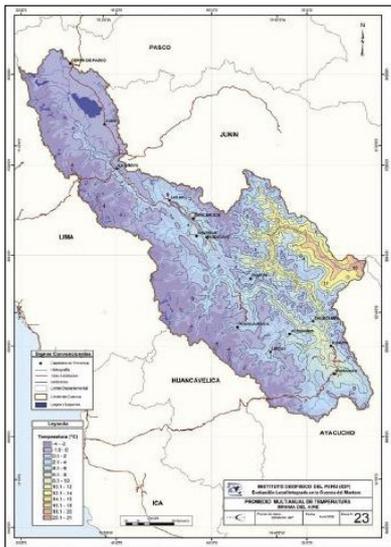


Figura 8: Mapa de promedio multianual de la temperatura mínima del aire



Figura 11: Mapa de régimen de precipitación y humedad según Thornthwaite

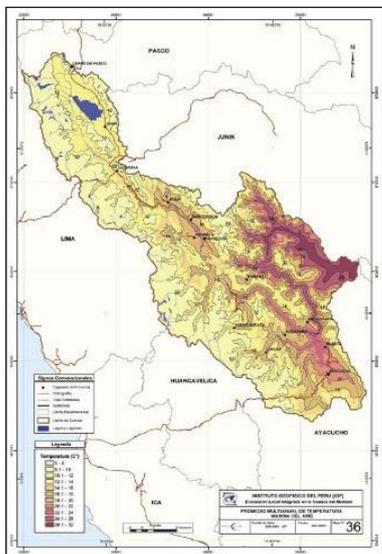


Figura 9: Mapa de promedio multianual de temperatura máxima del aire

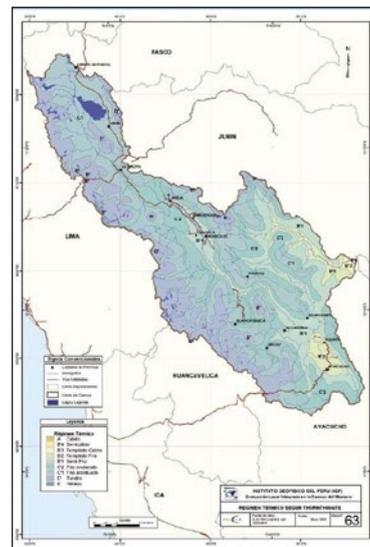


Figura 12: Mapa de régimen térmico según Thornthwaite

Según TAZZA y SUÁREZ, (2004), determinaron mediante modelo regresional cuadrático que el incremento esta sobre 0,9 ppm CO<sub>2</sub>/año, y refleja que se ha producido un ligero incremento de la temperatura, que comprueba el cambio climático en el Valle del Mantaro. El incremento promedio es de 0,05 °C, anual. Además, las emisiones de los gases invernadero, del sector energético son de 32053 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente al año 1994. En el valle el cambio climático se ha manifestado con la llegada de nuevos insectos y pájaros en los meses de verano; además de la disminución del casco de nieve en el Nevado del Huaytapallana localizado al noreste, a 25 km de la ciudad de Huancayo.

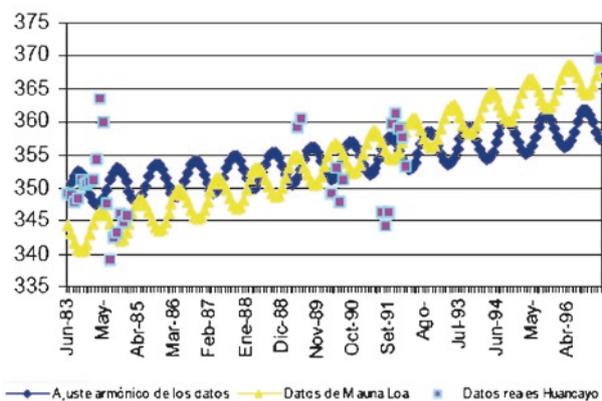


Figura 13: Tendencia al incremento del CO<sub>2</sub>, para el valle. Fuente TAZZA y SUÁREZ, (2004).

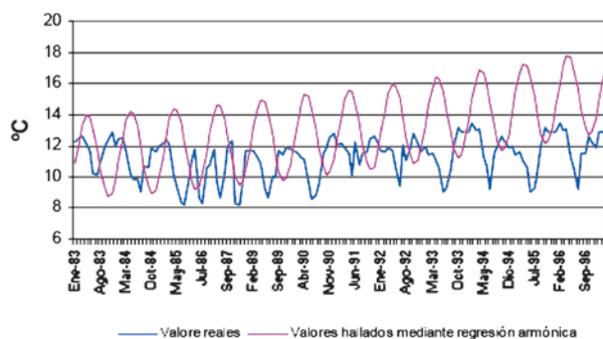


Figura 14: Tendencia al incremento de la temperatura, para el valle. Fuente: TAZZA y SUÁREZ, (2004)

Según SILVA, *et al* (2006); durante los últimos 50 años, un incremento de la temperatura máxima ha sido observado en el Valle del Mantaro alrededor de +1,3°C (+0,24°C/década). La tendencia de la temperatura mínima anual es poca y más difícil de separar de la variabilidad interanual. Sin embargo en los meses de invierno la tendencia es positiva, mientras que en otros meses es negativa. El incremento de la temperatura máxima es mayor durante los meses de verano (+0,28°C/década o +1,40°C en 50 años) que en los meses invernales (+0,17°C/década o +0,87°C en 50 años). La precipitación tiene una tendencia generalmente negativa, con excepción de algunas estaciones en la zona occidental y centro sur, donde es ligeramente positivo. En promedio, la tendencia es de una disminución de 3% por década (15% en 50 años).

La frecuencia de enfriamiento, ha presentado una tendencia general de incremento durante los últimos 40 años. El número de días con heladas en los periodos de abril a setiembre, en promedio tuvo una tasa de incremento de 8 días/década (40 días en 50 años). La tendencia del enfriamiento, sobre otros procesos, no ha presentado una tendencia bien definida.

**Escenario de futuro climático del Valle del Mantaro**

El futuro del escenario climático para el año 2050, consolidado de los resultados de la estadística a escala descendente, incluye las tendencias observadas, son principalmente, el incremento en la temperatura media en verano de 1,3 °C. Incremento de la humedad específica durante el verano en 1 g/kg. Disminución de las precipitaciones en la zona norte, centro y sur en 10%, 19% and 14% con respecto al presente, respectivamente. Incremento de la amplitud de temperatura diurna de aproximadamente 1°C. Incremento de los días con friaje en los meses de verano de 40 días. SILVA, *et al* (2006).

Según, ALVARADO Y ROJAS (2008), la variación del clima en temperatura y precipitación para el valle, ocurrió de 1998 al 2007.

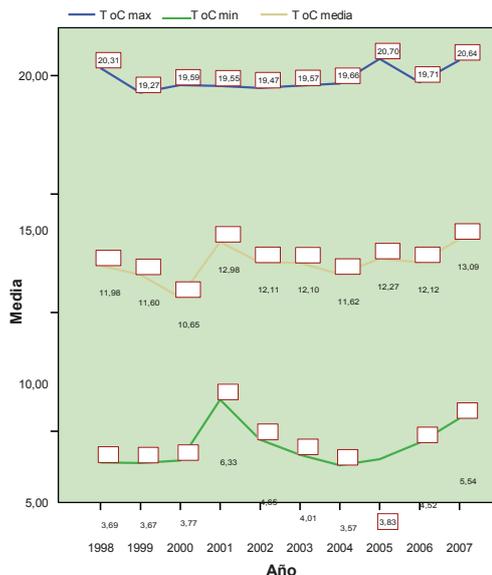


Figura 15: Temperatura Valle del Mantaro

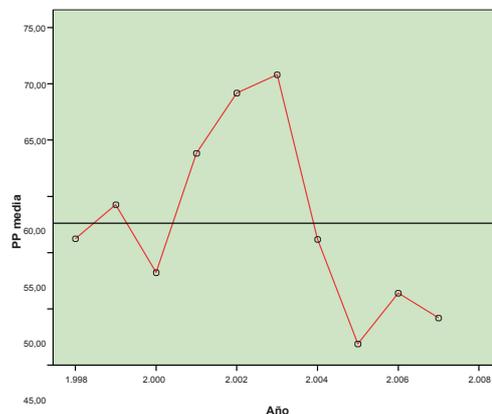


Figura 16: Precipitación Valle del Mantaro

## FUNDAMENTO TEÓRICO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y DIVERSIDAD DE INSECTOS

Además de cambios generalizados en los calendarios naturales (fenología) de plantas y animales, ya se han observado alteraciones en la distribución de ciertas especies. Los ecosistemas empiezan a sufrir transformaciones cualitativas (cambios repentinos y fundamentales) ligadas a la superación de determinado valor umbral. El calentamiento que va a experimentar el mundo natural será de magnitud igual o mayor que el que ya se ha producido. Todo ello augura un futuro de condiciones muy cambiantes en la naturaleza y los ecosistemas, lo que tendrá profundos efectos en el terreno de la epidemiología. (LOVEJOY, 2008).

Es bien conocido que un periodo corto del clima es un importante determinante de la abundancia de especies, y el clima en periodos largos determina el potencial de distribución geográfica de especies. El incremento global de temperatura debido a los niveles elevados de gases invernadero y cambios en la precipitación son expectantes y tiene un profundo efecto sobre la distribución y abundancia de especies en todo los niveles tróficos. Temperaturas en el rango de +1.7–3°C y +2.2–4°C y disminución en la precipitación predijeron para California por dos modelos de cambio climático. (GUTIERREZ et al, 2008).

Estudios pioneros sobre el efecto del clima en la distribución y abundancia de especies son de VON LIEBIG (1840); ANDREWARTHA Y BIRCH (1954); MESSENGER (1964, 1968) Y FITZPATRICK Y NIX (1968).

La media global de temperatura en la superficie tuvo un incremento aproximado de 0,6 °C en el ultimo siglo, el mayor incremento en 100 años, de los últimos 1000 años (HOUGHTON et al., 2001). La media global de temperatura en la superficie es predicho por otros 1,4 a 5.8 °C para el 2100 (IPCC, 2001). Los efectos del cambio climático sobre la distribución y abundancia de especies puede involucrar efecto directo no solamente sobre cada especie en un ecosistema, pero también hay efectos sobre interacción de especies. (JENSEN et al., 1992; AYRES, 1993; COLEY, 1998; DAVIS et al., 1998a; DAVIS et al., 1998b). La interacción planta-herbívoro son de particular interés agrícola, como también el flujo potencial de carbón y nutrientes que afecta al ecosistemas (e.g., FROST and HUNTER, 2004) y por lo tanto puede afectar la emisión del CO<sub>2</sub> atmosférico. Una variedad de campo, microcosmos y estudios de laboratorio concluyen que la abundancia de insectos con el aumento de la temperatura (Revisado en CANNON, 1998; BALE et al., 2002), y además la temperatura es el mayor factor dentro del cambio climático global, que directamente afecta a los insectos herbívoros (BALE et al., 2002). Aunque los insectos responden a la variación del cambio climático global, los efectos del calentamiento global sobre la interacción insecto – planta han sido generalmente predicho sobre la intensidad de la presión de los herbívoros sobre las plantas. (CANNON, 1998; COLEY, 1998; WILF y LABANDEIRA, 1999; BALE et al., 2002).

Los afidios (Hemíptera: Aphididae) son insectos herbívoros, en donde el crecimiento y abundancia puede incre-

mentar, disminuir, o no ser afectado por el calentamiento global. La temperatura puede estar ajustada con la densidad de los afidios sobre otros insectos succionadores en dos modelos estudiados basado sobre datos de insectos evaluados (ZHOU et al., 1997; WHITTAKER y TRIBE, 1998); ambos estudios encontraron que altas temperaturas incrementa la densidad del insecto sobre la abundancia. Sin embargo, el incremento de la temperatura, puede también disminuir el crecimiento de algunas especies de afidios, dependiendo de su requerimiento termal y la especificidad del hospedante. (BALE et al., 2002). El resultado de la interacción de especies es a menudo dependiente (e.g., THOMPSON y CUNNINGHAM, 2002; GOMEZ, 2003; BEZEMER y VAN DAM, 2005), y la temperatura puede tener muchos impactos indirectos sobre la población de afidios vía cambios en la calidad de la planta y fenología (HOLOPAINEN y KAINULAINEN, 2004), incremento de la actividad de enemigos naturales (AYRES, 1993) o por interacciones no relacionadas sobre componentes defensivos (STAMP et al., 1994; YANG et al., 1996). El calentamiento global también afectar conduciendo cambios en la humedad en el suelo y por lo tanto en la presión potencial del xilema de la planta.

Un ejemplo, en las regiones montañosa que reciben mayor precipitación anual como nevadas en invierno, inducido por el calentamiento global es probablemente el resultado de condiciones seca de verano. Además, la proporción del potencial de evaporación en verano es probablemente alta, adicionalmente disminuyendo los niveles de humedad del suelo. Para evaluar la importancia de muchos posibles mecanismos bióticos y abióticos para la dinámica de los afidios y otros insectos herbívoros, estudios de periodos largos son necesarios. (ADLER, et al., 2007), y que además concluye que el pulgón *Obtusicauda coweni* en hospedante de salvia *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae), puede ser negativamente afectado por cambios en la calidad de la planta debido al calentamiento, como también del estrés hídrico, calidad nutricional sobre la defensa de las plantas, en un estudio realizado en la Montaña Rocky, Colorado, Estados Unidos de Norteamérica.

La dinámica poblacional de insectos en regiones templadas está fuertemente influenciada por climas invernales (WELLINGTON et al. 1999). Por lo tanto el clima puede ser un factor clave que explica la sincronía espacial detectada en algunas especies de insectos detectado (HANSKI y WOIWOD 1993, WILLIAMS y LIEBHOLD 2000, PELTONEN et al. 2002, SALDANA et al. 2007). Por ejemplo, poblaciones de afidios mostraron un modelo particular de sincronía en Ucrania (HANSKI y WOIWOD 1993, SALDANA et al. 2007) y fluctuaciones numérica de poblaciones de afidios fueron influidos por factores climáticos, en particular en climas invernales (HARRINGTON et al. 1990, DAY y KIDD 1998).

Un tercio la dificultad muy importante, para la biodiversidad, es que el cambio no será lineal o gradual. Esto es indudablemente verdadero del cambio climático por sí mismo, como historia de clima evidentemente indica. Es también verdadero del cambio biológico. Cambio de umbral (el cambio repentino, fundamental) ya está estando observado en los ecosistemas. En los bosques coníferas

de Columbia Británica Alaska del Sur y parte de los Estados Unidos Noroeste, por ejemplo los veranos más largos y más tibios permiten que al escarabajo de corteza de pino originario (*Dendroctonus ponderosae*) tenga uno más generación por año (BERG, 2006). Que es sólo aunque para inclinar el resto a favor del escarabajo, con la consecuencia de la mortalidad enorme de árboles. (LOVEJOY, 2008).

En Mongolia, en periodos secos, la población de saltamontes puede alcanzar valores altos, que exceden 150-500 individuos por 1m<sup>2</sup>. También un ciclo de desarrollo de huevo a adulto del saltamonte común requiere 159,90 °C. (GANBAATAR, y AZZAY, 2004).

Insectos indicadores de cambio climático, son las larvas acuáticas de moscas (Orden Trichoptera), muy sensibles a cambios en la calidad de agua y estructura de lagunas; cambios antropogénicos de fuentes de agua fresca principalmente a especies adaptadas a climas fríos sobre el rango de expansión geográfica. Monitoreando la diversidad de esas especies muestran reacciones de los tricópteros al cambio climático antropogénico.

Los efeméridos (Orden Ephemeroptera), cuyas náyades son sensibles a la reducción de oxígenos en agua corriente, y son usados en todo el planeta como bioindicadores.

Las libélulas y caballitos (Orden Odonata), son grupos indicadores muy eficaces de riqueza de especies y ecosistemas sanos de aguas frescas de pantanos. Los adultos de los Odonata, son indicadores sensibles a la corriente de agua los ríos. Ellos son sensibles a la calidad de agua y cambios en el paisaje. La mortalidad de las náyades posiblemente esta correlacionado a incremento de la temperatura.

Las abejas y otros himenópteros; hay una correlación entre la aparición y la temperatura. Por lo tanto la fonología puede ser usada como un bioindicador exacto de cambio climático. Los himenópteros hibernan en el invierno, y emergen cerca en años calientes.

Las plagas forestales y agrícolas como la expansión de polillas geométridos, plagas de escarabajos. El escarabajo japonés es mas activo en elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Hay muchas plagas agresivas de ortópteros y hemípteros.

### **Insectos tropicales en fase de extinción por cambio climático**

Muchos insectos tropicales enfrentan la extinción al final de este siglo a menos que se adaptan a las temperaturas mundiales en aumento pronosticadas, los científicos de los EEUU han dicho.

Investigadores de la Universidad de Washington, dicen que los insectos en los trópicos son más tolerantes a los cambios de temperatura de otros lugares.

Así mismo sostienen que, por contraste latitudes más altas podían experimentar una explosión demográfica de insecto. Los científicos dijeron que los cambios en los números de insecto podían tener efectos secundarios sobre la polinización de planta y abastecimientos de alimentos.

En la investigación publicada en actas de la Academia Nacional de Ciencias, los científicos norteamericanos estudiaron cómo habían afectado 38 clases de insectos los cambios de temperatura entre 1950 y 2000, ocurrida.

A diferencia de animales de sangre caliente, los insectos no pueden regular sus temperaturas corporales. Los científicos predijeron que tal especie lucharía con el aumento de 2 a 4 °C en las temperaturas tropicales pronosticadas por el siglo XXI pasado.



Figura 17: Lucánidos – coleóptera, en peligro de extinción.

“En los trópicos, muchas especies parecen estar viviendo una fiebre que los deja crecer en o cerca de su óptimo térmico,” Joshua Tewksbury de la Universidad de Washington dijo “Pero en cuanto la temperatura sobre el grado óptimo térmico, los niveles de sanidad más probables disminuyen rápidamente y no puede haber mucho que pueden hacer sobre ellos”, añadió.

Aunque algunas especies podrían emigrar hacia altitudes y latitudes más altas, o evolucionar con el clima más tibio, otros podrían morir al final, los científicos dijeron.

Los cambios de clima extrema aceleró la extinción de poblaciones de mariposa locales, los investigadores dicen Desde 1960, biólogo de poblaciones Paul Ehrlich y su grupo de investigación han conducido un estudio clásico de la población de las mariposas punteada, *Euphydryas editha* sub especie bayensis. En Jasper Ridge, se extinguieron entre 1991 y 1998. Revisando la precipitación y datos de población de 70 años, los investigadores llegan a la conclusión de que los cambios extremos en el clima regional aceleraron la extinción de las mariposas. Informe de Procesos de la Real Academia Nacional de Ciencias. (LEVY, 2002).

Una de las especies de mariposa es la Monarca, esta amenazada en su hábitat invernal en Méjico y el correlimos cuchareta en el oriente ruso.

Uno de los seres vivos más sensibles son los insectos. Datos de los últimos 50 años recogidos en la Península Ibérica sobre la abeja de la miel (*Apis mellifera*) y la mariposa de la col (*Pieris rapae*) concluyen que la aparición de las primeras abejas lleva adelantándose desde mediados de los años 70 mientras la mariposa de la col surge en fechas similares a los años 50.

### **El problema de la desincronización**

La mayor dificultad se produce porque cada especie da una respuesta distinta al aumento de las temperaturas produciéndose una desincronización con las demás que pone en peligro la relación de dependencia con otras especies.

Como ejemplo las orugas aparecen antes cuando todavía no han aparecido las hojas de las que se alimentan y

las plantas florecen después cuando las mariposas ya han desaparecido para llevar a cabo la polinización de las flores.

Las abejas se guían por el fotoperiodo (horas de luz) y temperatura para detener su letargo. Si las plantas no adelantan por igual su floración puede tener lugar cuando hay menos insectos polinizadores.

Las orugas se alimentan de los robles y los pájaros de las orugas. Si no se mantiene la sincronización se pueden plantear problemas en esta cadena de interdependencia.

### Adaptación por cambio en el código genético

Cada especie prefiere vivir dentro de ciertos márgenes de temperatura y por tanto vive confinada dentro de ciertos límites de latitud. Como el planeta se está calentando sería de esperar que el hábitat de determinadas especies se desplazara ligeramente hacia los polos, y eso es lo que hacen la mayoría de las especies, pero no todas.

La mosca *Drosophila suboscuro* una prima lejana de la conocida *Drosophila melanogaster* tiene un termómetro genético de precisión. En un artículo publicado el 31 de agosto de 2006 en la revista Science se han analizado datos de la evolución cromosómica de estas moscas originaria de Europa y Norte de África en los años cincuenta y ahora desde setenta han repetido los datos.

Dentro de la especie *suboscuro* distintos individuos tienen cromosomas visiblemente diferentes. Ciertos tipos de cromosomas aparecen más frecuentemente en latitudes frías y otros en latitudes más templadas. Los investigadores averiguaron que las frecuencias de uno y otro variaban según la estación del año para adaptarse a la variación anual de las temperaturas. Pero superpuesta a esta variación anual hay una variación a largo plazo, las moscas con cromosomas propios de las latitudes frías han ido disminuyendo en frecuencia y los propios de las zonas más cálidas han ido aumentando. Ello ocurre tanto en el Viejo Mundo donde se originó la especie como en América a donde la mosca llegó vía Chile probablemente a bordo de algún buque a finales de los años setenta.

Los datos son un signo claro de que el cambio climático está ocurriendo en los tres continentes y que ello conlleva un efecto biológico de adaptación al cambio climático.

La composición genética de la *Drosophila suboscuro* en cada punto geográfico es ahora un calco de la que en 1980 tenían las moscas que vivían en una latitud 110 Km. más cerca del Ecuador.

En las moscas ciertos análisis genéticos no requieren el uso de técnicas muy elaboradas, porque sus glándulas salivares contienen unos cromosomas gigantes llamados politécnicos, cuya estructura general puede verse con un simple microscopio óptico. La ventaja es la rapidez en la investigación. El inconveniente es que la estructura general de los cromosomas no ofrece información sobre los genes concretos. La *Drosophila suboscuro* se ha adaptado al cambio climático mediante la supervivencia selectiva de los individuos que portan los genes más adecuados. Una posibilidad es que estos genes fabriquen un tipo de proteínas que protejan a las células de los efectos perjudiciales del aumento de las temperaturas.

## DIVERSIDAD DE LA ENTOMOFAUNA EN PLANTAS DE *spartium junceum* EN EL VALLE DEL MANTARO

### LUGAR DE EJECUCIÓN

#### Fase de Campo:

Unidades muestrales de las plantaciones naturales de *Spartium junceum* L.

- Mantaro y Sincos (Jauja)
- Concepción y Orcotuna (Concepción)
- Sapallanga y Sicaya (Huancayo)
- Chupaca y San Juan de Iscos (Chupaca).

#### Fase de laboratorio:

- SENASA sede Junín.
- Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal (UCDSV) del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) - Lima.

### MATERIALES

- Red entomológica
- Lona de yute
- Cámara letal
- Tubos de ensayo
- Pinza de punta fina
- Pincel
- Botella descartable de 3 L.
- Chinchas
- Trampa pegante amarilla (ISCA Technologies. Inc – importado)
- lupa de 15x
- Etiquetas
- Aguja entomológica Nº: 0, 1, 2 y 3.
- Microscopio Kyowa
- Estereoscopio de 80X
- Alcohol 70°
- GPS Garmin e-Trex
- Cámara fotográfica digital 7.3 mega pixeles
- Caja de cartón
- Formato de remisión de muestras
- Ordenador PIV, Software SPADE- Estimación de la Diversidad y Predicción de Especies. (2006, V 3.1), y el DIVERS Perez-Lopez, (1993).

### METODO

Descriptivo – correlacional y regresional

Número de insectos - ordenes y familias identificadas

Correlación de las variables del número de insectos y del clima. Regresión: Explicación de la población de insectos

Cuyo modelo matemático:

$$Y_i = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \epsilon_{ij}$$

### VARIABLES EVALUADAS

Medición de la diversidad de la entomofauna

- Índice de abundancia

- Índice de riqueza
- Índice de equidad
- Índice de dominancia  
[Shannon, Simpson, Margalef, Berger y Parker (Moreno, 2001)]
- Ordenes y familias identificadas
- Temperatura media mensual (°C)
- Precipitación media mensual (mm)
- Humedad relativa media mensual (%)
- Horas sol media mensual (HS)

**ANÁLISIS DE DATOS**

- Base datos en Excel
- Programa estadístico SPSS
- La medición de la diversidad:
- Software Divers de Pérez-López, (1993)

SPADE – Estimación de la Diversidad y Predicción de Especies V 3.1 (Chao et. al (2006) Pruebas de contrastación de “t” a nivel  $\alpha=0,05$  por Hutcheson (1970).

Variables climáticas: T °C; Hd %; PP mm y HS hr. (SE-NAMHI) – Junín

**PROCEDIMIENTO**

**Identificación del área de trabajo – monitoreo general.**

- Selección del arbusto – plantas de 1.50 m.
- Determinación de las unidades muestrales – se evaluó en forma de W en un área de 50 m2.
- Diseño y ubicación de los métodos de censo de la entomofauna. (BRICEÑO, et al 2005); SANTISTEBAN y ALDANA,(2005).

**RESULTADOS**

**Identificación de especies de entomofauna censado en *Spartium jumceum* L. en el Valle del Mantaro**

Tabla 1. Orden, familia y nombres científicos

Orden	Familia	Especie
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella sp.</i>
		<i>Trips tabaci</i>
Hemiptera	Psyllidae	<i>Psyllaephagus pilosus</i>
	Aphidiidae	<i>Aphis cytisorum</i>
	Margarodidae	<i>Icerya purchasi</i>
	Cicadellidae	<i>Bergalia sp. Emposca sp.</i> <i>Paratanus sp.</i> <i>Amblysellus sp.</i>
Neuroptera	Anthocoridae	<i>Orius sp.</i>
	Hemeroibiidae	<i>Hemeroibius sp.</i>
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Anotylus sp.</i>
	Melyridae	<i>Astylus sp.</i>
	Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>
	Meloidae	<i>Epicauta sp.</i>
	Chysomelidae	<i>Epitrix yanazara</i> <i>Diabrotica sp</i> <i>Galerucinae sp.</i>

Diptera	Curculionidae	<i>Onaopactus sp.</i>
	Tipulidae	<i>Limonia sp.</i> <i>Tipula sp.</i>
	Pipunculidae	<i>Pipunculus sp.</i>
	Agromyzidae	<i>Liriomyza widobrensis</i> <i>Liriomyza patagonica Delia platura</i>
	Anthomyiidae	<i>Coenocia sp.</i>
Lepidoptera	Muscidae	<i>Whintemia sp. Prosopochaeta sp</i>
	Tachinidae	<i>Eurysacca melanocampa</i>
Hymenoptera	Gelechiidae	<i>Polistes sp.</i> <i>Eniscopilus sp.</i>
	Ichneumonidae	<i>Aphisius sp.</i> <i>Lysiphlebus sp.</i>
	Braconidae	<i>Camponotus sp.</i>
	Formicidae	<i>Apis mellifera</i>
	Apidae	

**Diversidad de la entomofauna en *Spartium jumceum* L. por comunidades muestreadas**

Tabla 2: Numero de individuos censados

Orden	No.	Familia	niCHU	niHYO	niCON	niJAU	niVM	
Collembola	1	NN	9	9	1	0	19	
	2	Sminthuridae	0	6	0	3	9	
Ephemeroptera	3	Baetidae	0	6	41	22	69	
Odonata	4	Coenagrionidae	2	0	0	0	2	
	5	Aeshnidae	4	3	19	2	28	
	6	Libellulidae	7	9	11	6	33	
Blattodea	7	Blattidae	30	1	3	10	44	
	8	Cryptoceridae	0	7	12	10	29	
Orthoptera	9	Gryllidae	10	24	15	7	56	
	10	Acrididae	73	33	39	189	334	
Dermaptera	11	Labiidae	7	28	5	15	55	
	12	Labiduridae	24	0	4	0	28	
	13	Forficulidae	0	0	6	0	6	
Psocoptera	14	NN	0	74	49	73	196	
	15	Psocidae	10	0	0	0	10	
Thysanoptera	16	Thripidae	3766	7641	3878	10133	25418	
Hemiptera	17	Psyllidae	34	112	149	77	372	
	18	Aphidiidae	7212	4813	15114	8030	35169	
	19	Margarodidae	1134	743	110	181	2168	
	20	Cicadidae	13	14	70	21	118	
	21	Cicadellidae	305	148	169	586	1208	
	22	Anthocoridae	150	309	148	435	1042	
	23	Miridae	14	0	12	9	35	
	24	Lygaeidae	10	0	5	7	22	
	25	Coreidae	14	11	24	62	111	
	Neuroptera	26	Hemeroibiidae	0	3	6	0	9
27		Crysophidae	0	8	0	0	8	
Coleoptera	28	Carabidae	149	6	79	70	304	
	29	Staphylinidae	5	15	77	52	149	
	30	Scarabaeidae	3	31	21	29	84	
	31	Bostrichidae	0	0	10	4	14	
	32	Melyridae	179	154	38	210	581	
	33	Coccinellidae	36	117	88	79	320	
	34	Corylophidae	0	0	0	2	2	
	35	Meloidae	11	12	15	21	59	
	36	Crysomelidae	461	200	380	306	1347	
	37	Curculionidae	20	11	0	56	87	
	Diptera	38	Culicidae	137	233	139	40	549
		39	Chironomidae	6	20	21	9	56
		40	Simuliidae	0	201	22	5	228
		41	Scatopsidae	6	0	0	0	6

42	Bibionidae	109	0	76	36	221
43	Cecidomyiidae	8	0	0	14	22
44	Mycetophilidae	42	6	0	86	134
45	Xylophagidae	12	0	0	0	12
46	Asilidae	103	36	0	13	152
47	Bombyliidae	16	0	5	14	35
48	Empididae	9	0	0	5	14
49	Pipunculidae	185	278	149	123	735
50	Syrphidae	224	240	133	93	690
51	Lonchaeidae	9	0	6	16	31
52	Otitidae	18	0	9	15	42
53	Tephritidae	168	0	7	15	190
54	Agromyzidae	623	257	217	178	1275
55	Asteiidae	0	0	0	12	12
56	Drosophilidae	0	5	5	20	30
57	Chloropidae	0	0	1	8	9
58	Scatophagidae	161	150	127	103	541
59	Anthomyiidae	92	130	54	93	369
60	Muscidae	345	198	241	344	1128
61	Calliphoridae	97	118	60	67	342
62	Sarcophagidae	56	48	1	33	138
63	Tachinidae	61	66	92	73	292
64	NN	25	4	0	8	37
65	NN	5	0	0	3	8
<b>Trichoptera</b>						
<b>Lepidoptera</b>						
66	Gelechiidae	45	25	47	2	119
67	Pyrilidae	0	8	7	6	21
68	Pieridae	1	3	4	1	9
69	Nymphalidae	0	1	1	11	13
70	Noctuidae	0	0	6	4	10
<b>Hymenoptera</b>						
71	Chalcidoidea	77	3	0	11	91
72	Chalcididae	0	4	0	0	4
73	Pteromalidae	0	0	191	20	211
74	Encyrtidae	104	95	81	12	292
75	Ichneumonidae	97	34	209	102	442
76	Braconidae	215	299	52	371	937
77	Formicidae	510	353	372	424	1659
78	Pompilidae	8	8	26	0	42
79	Vespidae	22	23	0	13	58
80	Sphecidae	0	32	4	6	42
81	Andrenidae	5	0	0	16	21
82	Anthophoridae	5	18	8	17	48
83	Apidae	23	37	34	24	118
84	Halictidae	0	24	0	5	29
N		17412	17598	23058	23308	81376

niCHU: Chupaca; niHYO: Huancayo; niCON: Concepcion y niJAU: Jauja

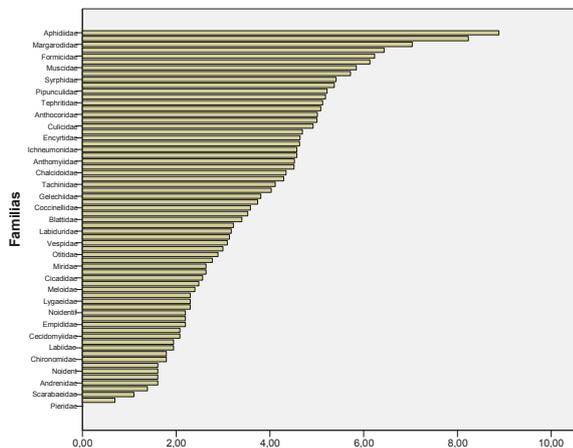


Figura 18: Abundancia insectos escala logarítmica Chupaca

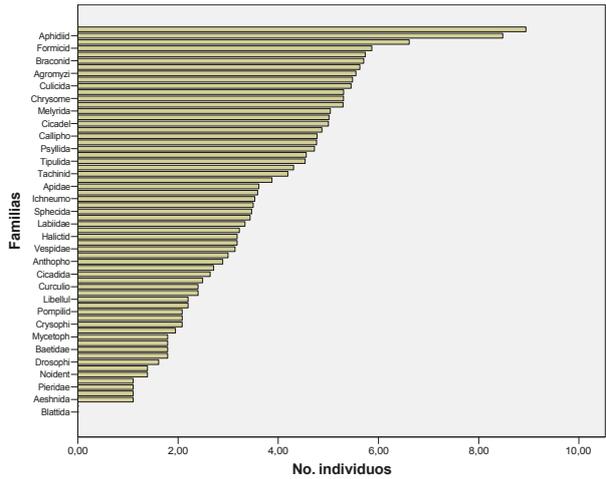


Figura 19: Abundancia insectos escala logarítmica Huancayo

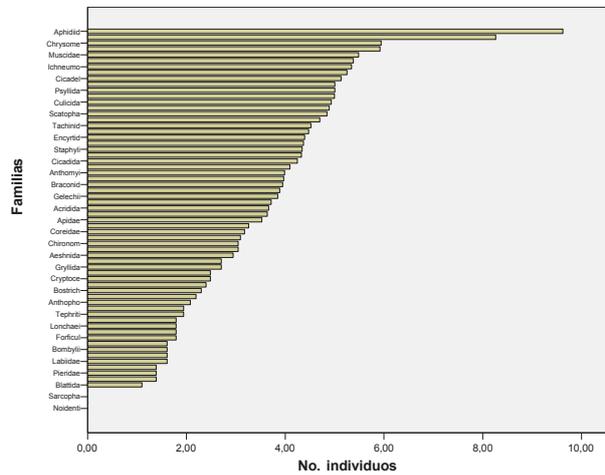


Figura 20: Abundancia insectos escala logarítmica Concepción

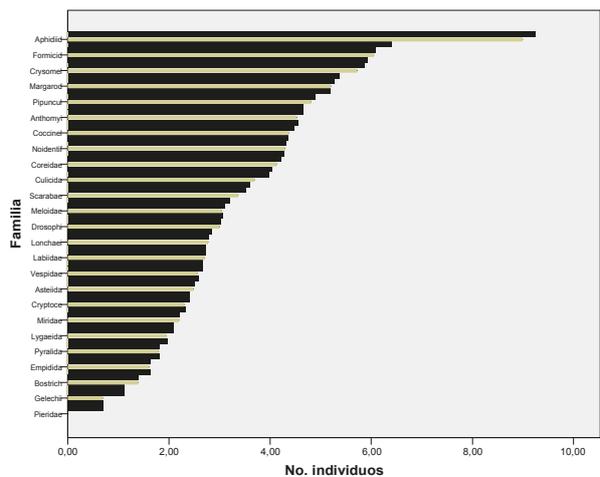


Figura 21: Abundancia insectos escala logarítmica Jauja

**Medición de la diversidad de la entomofauna en *Spartium jumceum* L. para Valle del Mantaro (Perez-López, 1993).**

Tabla 3: Diversidad por comunidad muestreada

Medidas diversidad	Chupaca	Huancayo	Concepción	Jauja
Numero de individuos (N)	17412	17598	23058	23308
Riqueza de especies (S)	65	62	65	74
Uniformidad (E)	0,53971	0,49491	0,35815	0,42140
Índice de Margalef (DMg)	6,55408	6,24006	6,37084	7,25895
Índice de Simpson(DSp)	0,22733	0,26782	0,45923	0,31013
Inverso de Simpson (1/DSp)	4,39896	3,73388	2,17755	3,22450
Índice de Shannon (H)	2,25295	2,04256	1,49506	1,81372
Varianza de Shannon	0,00016	0,00016	0,00015	0,00013
Índice de Berger - Parker (d)	0,4142	0,4342	0,65548	0,43474
Inverso de Berger - Parker (1/d)	2,41431	2,3031	1,52561	2,30021
Alfa (distribución logarítmica)	8,52273	8,05941	8,18312	9,47308

**Medición diversidad con software SPADE (Chao, 2006) para comunidad Huancayo**

**Dato información básica:**

Número de observaciones individuales	n = 17598
Número de especies observadas	D = 62
Estimado de muestreo por cobertura	C = 1.000
Estimador CV	CV = 3.951

**Índice Shannon:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95% IC
MLE	2.043	0.013	2.017, 2.068
MLE_bc	2.044	0.189	1.674, 2.415
Jackknife	2.044	0.013	2.019, 2.070
Chao & Shen	2.044	0.189	1.673, 2.414

Chao and Shen (2003).

**Estimación de riqueza de especies:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
Chao1 (Chao, 1984)	-100.0	2.4	-95.5	-104.7
Chao1-bc	63.0	2.3	62.1	76.5
ACE (Chao & Lee, 1992)	62.5	0.9	62.1	67.2
ACE-1 (Chao & Lee, 1992)	62.5	0.9	62.1	67.4

**Índice de Simpson:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MVUE	0.26782	0.08438	0.10244,	0.43319
MLE	0.26786	0.08439	0.10246,	0.43326

Magurran (1988).

**Indices alfa Fisher:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95% IC
Alpha	8,064	1,024	6,057; 10,071

**Medición diversidad con software SPADE (Chao, 2006) para comunidad de Huancayo**

**Dato información básica**

Número de observaciones individuales	n = 17412
Número de especies observadas	D = 65
Estimado de muestreo por cobertura	C = 1.000
Estimador CV	CV = 3.712

**Índice Shannon:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MLE	2.253	0.013	2.228,	2.278
MLE_bc	2.255	0.237	1.789,	2.720
Jackknife	2.255	0.013	2.230,	2.280
Chao & Shen	2.254	0.237	1.789,	2.718

Chao and Shen (2003).

**Estimación de riqueza de especies:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
Chao1 (Chao, 1984)	65.5	1.3	65.0,	73.4
Chao1-bc	65.0	0.3	65.0,	65.0
ACE (Chao & Lee, 1992)	65.2	0.5	65.0,	68.1
ACE-1 (Chao & Lee, 1992)	65.2	0.5	65.0,	68.2

**Índice de Simpson:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MVUE	0.22733	0.06068	0.10840,	0.34625
MLE	0.22737	0.06069	0.10843,	0.34632

**Indices alfa Fisher:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95% IC
Alpha	8,528	1,058	(6,455; 10,601)

**Medición diversidad con software SPADE (Chao, 2006) para comunidad Concepción.**

**Dato información básica:**

Número de observaciones individuales	n = 23058
Número de especies observadas	D = 65
Estimado de muestreo por cobertura	C = 1.000
Estimador CV	CV = 5.372

**Índice Shannon:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MLE	1.495	0.012	1.471,	1.519
MLE_bc	1.496	0.240	1.026,	1.967
Jackknife	1.497	0.012	1.473,	1.520
Chao & Shen	1.496	0.240	1.026,	1.966

Chao and Shen (2003).

**Estimación de riqueza de especies:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95% IC
Chao1 (Chao, 1984)	-100.0	7.5	-86.0, -115.3
Chao1-bc	71.0	7.4	65.9, 104.2
ACE (Chao & Lee, 1992)	66.3	1.6	65.2, 73.5
ACE-1 (Chao & Lee, 1992)	66.4	1.8	65.2, 74.4

**Índice de Simpson:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MVUE	0.45923	0.20869	0.05019,	0.86827
MLE	0.45925	0.20870	0.05021,	0.86830

**Indices alfa Fisher:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
Alpha	8,182	1,015	(6,193;	10,171)

**Medición diversidad con software SPADE (Chao, 2006) para comunidad Jauja.**

**Dato información básica**

Número de observaciones individuales	n = 23308
Número de especies observadas	D = 74
Estimado de muestreo por cobertura	C = 1.000
Estimador CV	CV = 4.685

**Índice Shannon:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MLE	1.814	0.011	1.515,	2.116
MLE_bc	1.815	0.153	1.026,	1.967
Jackknife	1.815	0.011	1.793,	1.838
Chao & Shen	1.815	0.153	1.514,	2.115

Chao and Shen (2003).

**Estimación de riqueza de especies:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
Chao1 (Chao, 1984)	74.2	0.5	74.0,	77.5
Chao1-bc	74.0	0.1	74.0,	74.0
ACE (Chao & Lee, 1992)	74.3	0.6	74.0,	77.7
ACE-1 (Chao & Lee, 1992)	74.3	0.6	74.0,	77.7

**Índice de Simpson:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
MVUE	0.31013	0.12302	0.06900,	0.55125
MLE	0.31015	0.12303	0.06901,	0.55130

**Indices alfa Fisher:**

Estimador	Estimado	Est_s.e.	95%	IC
Alpha	9,477	1,102	(7,318;	11,637)

Tabla 4: Medidas diversidad para el Valle del Mantaro

Índices	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
No. individuos	17412	23308	20344,00	3280,662	10762744,000
Riqueza de especies	62	74	66,50	5,196	27,000
Uniformidad	0,358150	0,539710	0,45354250	0,080143574	0,006
Índice de Margalef	6,240060	7,258950	6,60598250	0,453964645	0,206
Índice de Simpson	0,227330	0,459230	0,31612750	0,101214139	0,010
Índice de Shannon	1,495060	2,252950	1,90107250	0,324711717	0,105
Índice Berger-Parker	0,414200	0,655480	0,48465500	0,114283714	0,013
Fisher	8,059410	9,473080	8,55958500	0,639721901	0,409

Tabla 5: Numero de individuos y datos clima Valle del Mantaro

Mes 2007	N	T (°C)	PP (mm)	HR (%)	HS (hr)
Enero	2503.75	13.71	87.51	65.42	158.25
Febrero	2137.75	12.97	61.58	65.08	139.99
Marzo	3114.25	12.15	139.71	71.17	112.9
Abril	3542.00	12.11	44.98	68.25	166.15
Mayo	2783.5	11.4	10.83	62.81	227.6
Junio	3165.25	10.34	0	58.01	267.25
Julio	2985	10.67	5.99	59.88	247.6

Fuente: SENAMHI(2008)

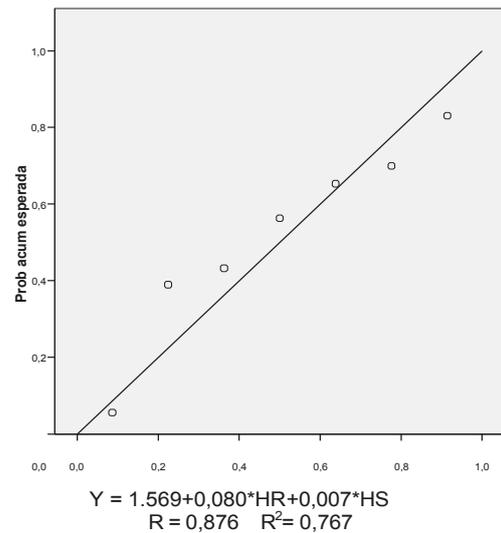


Figura 22: Regresión múltiple del número de insectos y las variables de humedad relativa y horas sol.

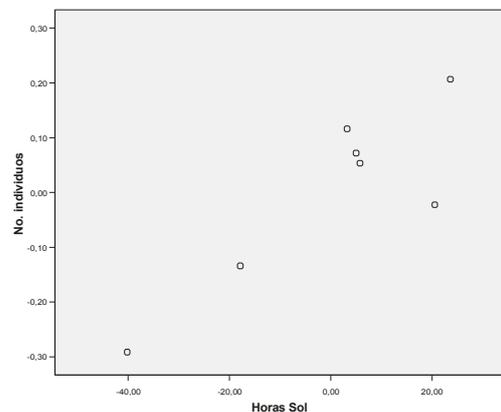
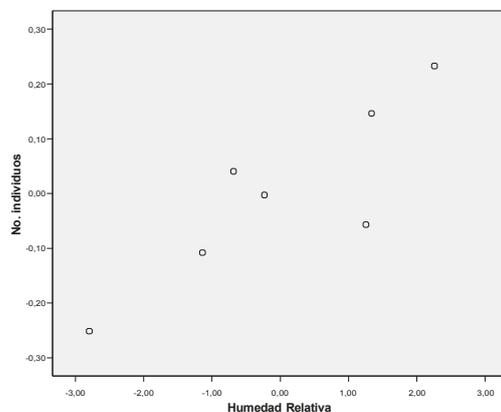


Figura 23: Grafico de regresión parcial

## CONCLUSIONES

El escenario del cambio climático del Valle del Mantaro, muestra un incremento en la temperatura media, discusión de la precipitación medial anual y la humedad relativa media anual, con incremento de días con friajes, hacia el año 2050; cuya interrelación de complejos factores ambientales resultan el cambio climático global observado.

- La entomofauna de *Spartium junceum* L., registra 84 familias de insectos, distribuidas en 14 ordenes para el Valle del Mantaro.
- El número de insectos observados, estuvo influenciada por humedad relativa y horas sol, teniendo una linealidad, correlación positiva.
- Con el Índice de Shannon, se tiene un valor medio de dominancia y heterogeneidad.
- Con el índice de Simpson, se tiene una diversidad media, con algunas especies abundantes.
- Con el índice de Margalef, se tiene una riqueza moderada.
- Con el Índice de Berger – Parker, se tiene equidad media y relativa heterogeneidad.
- El *S. junceum* alberga una diversidad de insectos benéficos (predadores y parasitoides), plagas agrícolas y forestales.
- Los insectos representa un gran número de taxas individuales, ciclos cortos de vida, estrechamente relacionado a la temperatura, humedad y vegetación.
- Los insectos, son indicadores ideales de cambio climático, componente importante de ecosistemas, y potenciales para la económica e impactos sanitarios.
- La influencia humana sobre el clima, puede llevar a cambios en la proporción de especies y la extinción de muchos insectos con implicancias sobre nuestra economía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, L.; DE VALPINE, P.; HARTE, J. and CALL, J. (2007). Effects of Long-term Experimental Warming on Aphid Density in the Field. *JOURNAL OF THE KANSAS ENTOMOLOGICAL SOCIETY* 80(2), 2007, pp. 156–168
- AGUILAR, C. (2009). Diversidad de la entomofauna en *Spartium junceum* L. en el Valle del Mantaro. Tesis Ingeniero Forestal y Ambiental. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo. Peru. 59 pp.
- ALVARADO, A. y HUAMAN, D. (2008). Control integrado de *Aphis fabae* en *Senna hookeriana* y *Aphis craccivora* Koch en *Spartium junceum* L. Tesis Ingeniero Forestal y Ambiental. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú. 109 pp.
- ANDREWARTHA, H. BIRCH, I. (1954) The distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press, Chicago. AYRES, M. P. 1993. Plant defense, herbivory and climate change. In P. Kareiva, J. G. Kingsolver, and R. B. Huey (eds.). *Biotic Interactions and Global Change*, pp. 75–94. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- BALE, J. S., G. J. MASTERS, I. D. HODKINSON, C. AW-MACK, T. M. BEZEMER, V. K. BROWN, J. BUTTERFIELD, A. BUSE, J. C. COULSON, J. FARRAR, J. E. G. GOOD, R. HARRINGTON, S. HARTLEY, T. H. JONES, R. L. LINDROTH, M. C. PRESS, I. SYMRNIODIS, A. D. WATT, and J. B. WHITTAKER. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8:1–16.
- BERG E.E., HENRY J.D., FASTIE C.L., DE VOLDER A.D. & MATSUOKA S.M. (2006). – Spruce beetle outbreaks on the Kenai Peninsula, Alaska, and Kluane National Park and Reserve, Yukon Territory: relationship to summer temperatures and regional differences in disturbance regimes. *Forest Ecol. Manag.*, 227 (3), 219-232.
- BRICEÑO V., HERNÁNDEZ F., MORENO Z. Diversidad en conucos agroforestales en la comunidad indígena de Coromoto de Cuao, Estado de Amazonas, Venezuela XIX Congreso Venezolano de Entomología. *Entomotropica* 2005: Vol. 20(2):127-204. Agosto 2005 Venezuela. ISSN 1317 – 5262.
- BROOKS, N. y ADGER, N. (2003). Risk Levels Indicators, Tyndall Centre, UK.
- CAMBIO CLIMATICO Y BIOLOGÍA. [On Line]. URL: [[http://www.telefonica.net/web2/jgarciaf/cambio\\_climatico/Geosfera\\_Biosfera/Index.htm](http://www.telefonica.net/web2/jgarciaf/cambio_climatico/Geosfera_Biosfera/Index.htm)].
- CANNON, R. J. C. (1998). The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non- indigenous species. *Global Change Biology* 4:785–796.
- CAPRILES, E. (2008). [On line]. Ecología, filosofía, psicología y economía del Cambio Climático. *Humania del Sur*. Año 3, N° 4. Enero-junio, 2008. Merida- Venezuela.
- CHAO, A. (2006). Software SPADE v. 3.1. National University of Taiwan.
- COLEY, P. D. (1998). Possible effects of climate change on plant/herbivore interactions in moist tropical forests. *Climatic Change* 39:455–472.
- DAVIS, A. J., J. H. LAWTON, B. SHORROCKS, and L. S. JENKINSON. (1998)b. Individualistic species responses invalidate simple physiological models of community dynamics under global environmental change. *Journal of Animal Ecology* 67:600–612.

- DAVIS, A. J., L. S. JENKINSON, J. H. LAWTON, B. SHORROCKS, and S. WOOD. (1998a). Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* 391:783–786.
- FITZPATRICK, E.; NIX, H. (1968). The climatic factor in Australian grasslands ecology. In: Moore RM (ed) *Australian Grasslands*. Australian National University Press.
- FROST, C. J., and M. D. HUNTER. (2004). Insect canopy herbivory and frass deposition affect soil nutrient dynamics and export in oak mesocosms. *Ecology* 85:3335–3347.
- GANBAATAR, T. and AZZAY, D. (2004). Climate Change Effect on grasshopper (Agrididae) and Brandt's vole (*Microtus brandtii* Radde) in Mongolia. Institute of Meteorology and Hydrology, NAMHEM, Mongolia.
- GUTIERREZ, A. and et al. (2008). Climate change effects on poikilotherm tritrophic. *Climatic Change* (2008) 87 (Suppl 1):S167–S192. DOI 10.1007/s10584-007-9379-4
- HOLDRIDGE, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 216 p.
- HOUGHTON, J. T., Y. DING, D. J. GRIGGS, M. NOGUER, P. J. VAN DER LINDEN, D. XIAOSU, K. MASKELL, AND C. A.
- JOHNSON. (2001). *Climate change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. (2001). Summary for Policymakers. Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>.
- IPG. (2005). Atlas Climático de precipitación y temperatura del aire de la Cuenca del Río Mantaro. CONAM - Consejo Nacional del Ambiente. Disponible en: [<http://www.conam.gob.pe>]. 105 p.
- JENSEN, D., M. TORN, and J. HARTE. (1992). The nature and consequences of indirect linkages between climate change and biological diversity. In R. Peters and T. Lovejoy (eds.). *Global Warming and Biological Diversity*, pp. 325–343. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- LEVY, D. Extreme climate variance sped extinction of local butterfly populations, researchers say. [On line]. Stanford Report, May 14, 2002. URL: <http://news.stanford.edu/>
- LIGHTFOOT, D. (2006). *Climate Change and Rangeland Insects*. Department of Biology The University of New Mexico Albuquerque, NM 87131BLM Global Climate Change Research Program, LTER, NPS, USGS.
- LOVEJOY, T. Climate change and biodiversity. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2008, 27 (2), 00-00
- MESSENGER, P. (1964) Use of life-tables in a bioclimatic study of an experimental aphid-braconid wasp hostparasite system. *Ecology* 45:119–131
- MESSENGER, P. (1968). Bioclimatic studies of the aphid parasite *Praon exsoletum*. 1. effects of temperature on the functional response of females to varying host densities. *Can Entomol* 100:728–741.
- PÉREZ-LÓPEZ, F. (1993): DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. [Programa informático en línea]. Disponible en URL: <<http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm> . Visitado 02/ 03 /2008.
- RODRIGUEZ, L. (2009). [On line]. Heyd: “La filosofía puede ayudar a entender el cambio climático”. Circulo Hemenéutico Conferencia 14/05/2009. La Voz de Asturias. URL. [<http://www.lavozdeasturias.es/>].
- SANTISTEBAN, J. Y ALDANA G., (2005), “Manual de Prácticas de Entomología General”, Departamento de Entomología y Fitopatología, Escuela de Post – Grado de la Universidad Agraria La Molina.
- SENAMHI. (2008). Hoja informativa datos clima Valle del Mantaro 1998-2007. 1 pp.
- SILVA, Y.; AKAHASHI, K.; CRUZ, N; TRASMONTE, G.; MOSQUERA, K.; NICKL, E.; CHAVEZ, R.; SEGURA, B. and LAGOS, P. (2006). Variability and climate change in the mantaro river basin, central peruvian andes. *Proceedings of 8 ICISHMO, Foz do Iguacu, Brazil, April 24-28, 2006*, INPE, p. 407-419.
- TAZZA, C y SUÁREZ, L. (2004). Cambio climático en el Valle del Mantaro - Huancayo – Peru. *Cambios Climáticos, Recursos Hídricos, Geo-Riesgos y Desastres Naturales* 3-50. Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Tecnológico. Huancayo- Perú
- THORNTHWAITE, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *The Geogr. Rev.* 38:55-94.
- VON LIEBIG, J. 1840. *Chemistry and its applications to agriculture and physiology*. Taylor and Walton, London.
- WILF, P., and C. C. LABANDEIRA. (1999). Response of plant-insect associations to Paleocene-Eocene warming. *Science* 284:2153–2156.

Anexos



Figura: plantaciones de S. junceum en Jauja y sistema ecológico de insectos



Figura : plantaciones de S. junceum en Huancayo



Figura: plantaciones de S. junceum en Concepcion



Figura a: el afido negro atacando a la retama en Jauja



Figura : plantaciones de S. junceum en Chupaca



Figura b: el afido negro atacando a la retama en Jauja



Figuras: diversidad de insectos en el Valle del Mantaro