

# CONDICIONES ATMOSFÉRICAS ASOCIADAS A UN EVENTO DE GRANIZO EN AYACUCHO-PERÚ Y SU IMPACTO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE MAÍZ AMILÁCEO

IRENE TREBEJO<sup>1</sup>, NELSON QUISPE<sup>2</sup>, ABRAHAM VILLANTOY<sup>3</sup>, DARÍO FIERRO<sup>4</sup>,  
EDIT GARCÍA<sup>5</sup>, TANIA JACOBO<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>MSc. Agrometeorología. Dirección de Agrometeorología - SENAMHI- Perú. Teléfono: 511-6141413, [itrebejo@senamhi.gob.pe](mailto:itrebejo@senamhi.gob.pe)

<sup>2</sup>Ing. Meteorólogo, Dirección de Meteorología Sinóptica -SENAMHI,

<sup>3</sup>MSc. Fitopatología, Estación Experimental Agraria Canaán Ayacucho, INIA.

<sup>4</sup> Ing. Meteorólogo, Dirección Regional de Ica-SENAMHI.

<sup>5</sup> Graduada en Agronomía, Tesista Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga-Ayacucho.

<sup>6</sup>Estudiante de Post-Grado. Tesista Universidad Nacional Agraria La Molina-Lima.

Presentado en el XVII Congreso Brasileiro de Agrometeorología – 18 a 21 de julio de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari-ES.

## Resumen

La Región Ayacucho, se caracteriza por presentar uno de los mayores índices de pobreza extrema en el Perú, así como elevada frecuencia de eventos climáticos, lo que conlleva a ser considerada como una de las regiones de mayor vulnerabilidad en el país.

El presente trabajo analiza las condiciones sinópticas que favorecieron las fuertes lluvias acompañadas de granizo ocurridas el 27 de enero 2010 en esta zona; así como la evaluación de su impacto en el crecimiento y desarrollo de tres variedades de maíz amiláceo en la región, haciendo uso de herramientas de pronóstico del tiempo y de técnicas estadísticas.

La granizada estuvo asociada a la incursión de una vaguada fría proveniente del Pacífico oriental con eje direccionado hacia el territorio peruano, el cual incentivó el desprendimiento de una vaguada de onda corta (OC) que se desplazó a lo largo de la zona norte de Ayacucho, incentivando actividad convectiva de rápido desarrollo vertical y generando granizada en dicha zona. Al impactar este evento extremo, el cultivo de maíz se encontraba en estado reproductivo. Se registraron diferencias significativas en producción de materia fresca y seca total entre cultivares. Siendo el cultivar Choclero el menos afectado, el Almidón Huancavelicano y el Chullpi los más afectados.

Palabras clave: vaguada fría, ondas cortas, riesgo climático

## Abstract

The Ayacucho region, is characterized for showing one of the highest rates in extreme poverty in Peru, as well as a high frequency of extreme events, including hailstorms, which makes it one of the most vulnerable regions to climate risks. This paper analyzes the synoptic conditions that favored heavy rainfall associated with hail that occurred on 27 January 2010 in this area, as well as evaluating their impact on growth and development of three varieties of corn in the region, using weather forecasting tools and statistical techniques. The hail was associated with the incursion of a cold trough from Eastern Pacific with a core directed toward the Peruvian territory, which stimulated the release of a shortwave trough (SW) that moved along the northern zone of Ayacucho, stimulating a rapid-vertical- development convective activity and generating hailstorms in the area. When this extreme event occurred the maize crop was in its reproductive stage. There were registered significant differences in the production of fresh and dry total matter between cultivars; being the Choclero maize variety the least affected, the Starch kind from Huancavelica and the Chullpi were the most affected.

Keyword: cold trough, shortwave, climate risk

## 1. Introducción

Ayacucho, registra uno de los mayores índices de pobreza extrema en el Perú (FONCODES, 2006); asimismo una elevada frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, como son las granizadas, heladas y sequías (SINPAD, 2010); situación que conlleva a que esta región sea considerada como una de las de mayor vulnerabilidad a los riesgos climáticos (CONAM-GTZ, 2006), ocasionando bajos rendimientos y muchas veces pérdida total de las cosechas. El maíz amiláceo es uno de los principales cultivos para la seguridad alimentaria en la zona, registra un rendimiento promedio bajo (0,9 a 1,2 t/ha), comparado con 1,5 a 2,9 t/ha de producción en otras regiones del país (MINAG, 2010).

Sin embargo, se carecen de investigaciones sobre los impactos de estos eventos extremos sobre los cultivos de la zona como una forma de cuantificar sus efectos e iniciar líneas de investigación para establecer estrategias de contingencia, procura de variedades más resistentes o de iniciar políticas agrarias que incorporen el riesgo climático en la actividad agrícola, considerando que las adversidades climáticas siempre serán una fuente de riesgo.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo presentar las condiciones sinópticas que favorecieron las fuertes lluvias acompañadas de granizo presentadas el 27 de enero 2010 (SENAMHI, 2010), así como la evaluación del impacto en el crecimiento y desarrollo de tres variedades de maíz amiláceo de un experimento en la región de Ayacucho, haciendo uso de herramientas de pronóstico del tiempo y de técnicas estadísticas.

## 2. Material y métodos

Se analizó las condiciones sinópticas que favorecieron la lluvia intensa y granizada ocurrida el día 27 de enero del 2010 alrededor de las 17:45 (Hora local) con una duración de media hora aproximadamente (Diarios Panorama y La Voz, 2010) específicamente en la provincia de Huamanga-Ayacucho, Perú. Para tal fin se utilizó datos de las salidas (análisis) del modelo Global GFS (ex AVN) del National Center for Environmental Prediction (NCEP), con condiciones iniciales de las 00:00 UTC y una resolución de  $1^\circ \times 1^\circ$  con 26 niveles en la vertical y una resolución espacial de 03 h.

Para obtener resultados se procedió a calcular las ecuaciones cuasigeoestróficas y realizar cortes de sección transversal con el programa visualizador de modelos numéricos GrADS, así mismo el análisis de imágenes de satélite Goes12 (canal infrarrojo).

El efecto del impacto de la granizada fue evaluado en un experimento con tres variedades de cultivo de maíz amiláceo (Choclero INIA 617; Chullpi y Almidón Huancavelicano conocido como Astilla), sembrada durante la campaña agrícola comprendida entre el 26/09/2009 al 26/04/2010. El área experimental fue de aproximadamente  $800\text{m}^2$ , en la que se sembró en surcos distanciados a 0,8m y 0,5 m entre plantas, aplicándose una dosis de fertilización de 50-80-90 NPK a la siembra y al aporque cuando las plantas mostraban 8 hojas la dosis de 50-0-0 de NPK. El experimento fue sembrado en tres repeticiones siguiendo la distribución estadística de Diseño completo al azar (DCA). Durante el crecimiento de las plantas se evaluaron el peso de la materia fresca y peso seco total a los 28, 39, 52, 63, 78, 85, 124, 133 y 155 días de sembrado (DDS) respectivamente. El evento climatológico se registró a los 124 DDS, en las tres variedades en evaluación.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Condiciones sinópticas

La circulación promedio climática en enero sobre Sudamérica, presenta un patrón característico de circulación anticiclónico conocido como Alta de Bolivia (AB), asociado a la liberación de calor latente y calor sensible del Altiplano y región subtropical (norte de Argentina y Paraguay). En enero del 2010, la circulación en niveles altos fue afectado por flujos provenientes del Pacífico tropical, el cual desconfiguró la AB, reemplazando esta circulación por flujos de circulación del oeste con características físicas diferentes (de sequedad).

El patrón de circulación en niveles altos (200 hPa) a lo largo del Pacífico oriental muestra la presencia de una vaguada que se extendió de suroeste/noreste, cruzando la región norte del Perú. El 25 de enero, el flujo de viento de noreste presentó intensidades débiles, para luego intensificar su magnitud el 27 de enero. La vaguada que se extiende desde el Pacífico oriental hacia el continente orientó su eje del suroeste hacia el noreste (ver líneas negras de la figura 1a). Una onda corta de rápido desplazamiento (OC\_1) se desprendió dentro de la vaguada principal (ver círculo de líneas negras) con desplazamiento hacia el sur cruzando rápidamente el norte de Ayacucho (OC\_2), en su trayecto ésta onda corta se comportó como disparador para la formación de un complejo convectivo, similar a lo encontrado por Cotton y Anthes (1989).

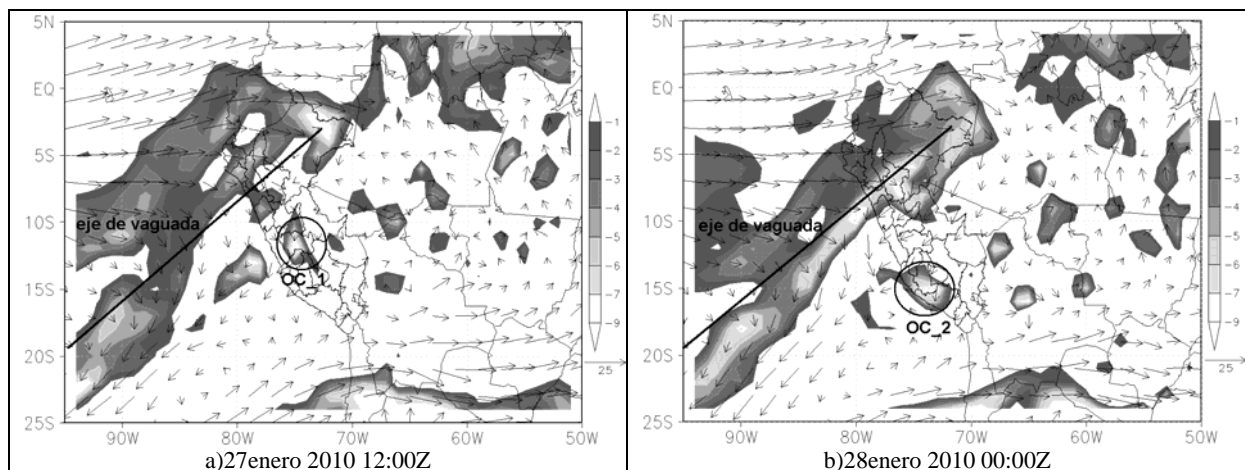


Figura 1 : a y b) Viento (vector, Kt) y Vorticidad Relativa (matiz de grises,  $1/S*10^5$ ) en el nivel Isobárico de 300 hPa.

Dicho disparador, aunado a la presencia de humedad proveniente de la amazonia en niveles próximos a la superficie incentivó el rápido desarrollo vertical de la nubosidad (actividad convectiva (Figura 2a), con presencia de humedad debido al incremento de vientos proveniente del norte, asociados a la advección de aire cálido y húmedo desde la cuenca Amazónica, en concordancia con lo observado por Marengo (2001).

El rápido desarrollo vertical de la nubosidad (identificado por el modelo numérico GFS), en el cual se observa el estado de saturación próximo al 100% que se extiende desde niveles de superficie hacia los 150 hPa aproximadamente, nivel máximo de elevación de la troposfera en el cual por el cambio muy abrupto, estas parcelas de aire se elevan, cambian a estado sólido y por gravedad caen, y al caer son expulsados rápidamente por la velocidad vertical (ver flechas negras, figura 2a) para luego caer en pequeños pedazos de hielo, lo cual son conocidos

como granizo. La imagen de satélite (Figura 2 b), muestra la formación de nubosidad de gran desarrollo vertical que se presentó el 27 de enero, donde se identifica los topes de las nubes que se presentaron a lo largo de la zona norte de Ayacucho, con valores que oscilaron entre los  $-45^{\circ}\text{C}$  a  $-55^{\circ}\text{C}$ , nubes que ocasionaron el fenómeno de granizadas.

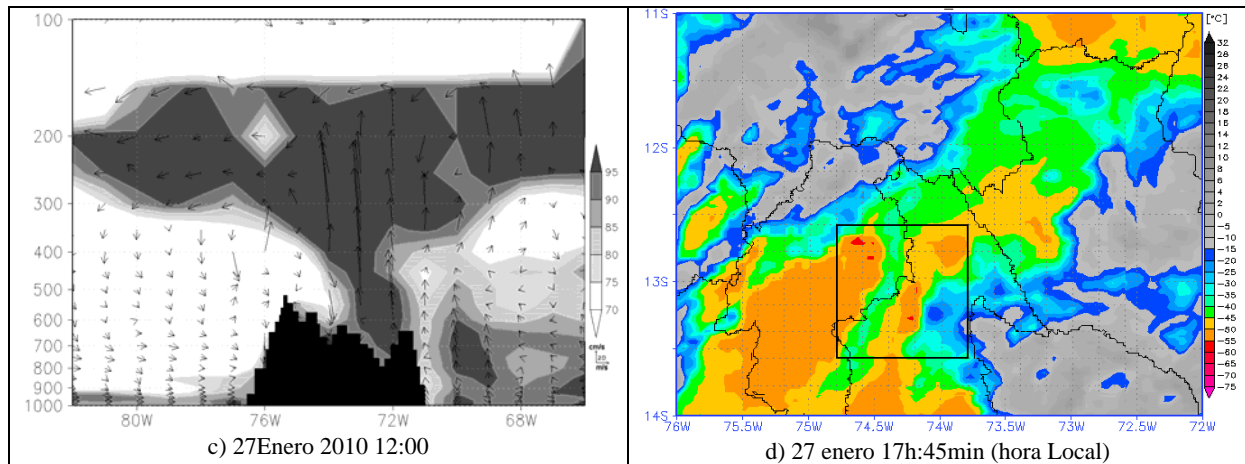


Figura 2 a) Corte Transversal al norte de Ayacucho: Movimiento vertical (vector, cm/s) y Humedad Relativa (matiz de grises, %) en la latitud de  $13^{\circ}\text{S}$  desde los 1000 – 150 hPa y b) Imagen de Satélite Goes-12 (Imagen Infrarrojo), valores de temperatura en el tope de las nubes expresado en  $^{\circ}\text{C}$  (Área de estudio)

### 3.2 Impactos de la granizada en el cultivo de maíz amiláceo

La granizada impactó el cultivo de maíz a los 124 DDS, y fue cuando las plantas de las tres variedades se encontraban en estado reproductivo. El cultivar maíz Almidón Huancavelicano que venía comportándose como el más precoz se encontraba en la fase fenológica de grano lechoso a pastoso; el maíz Chullpi con granos en estado de leche y el maíz variedad choclero, mostraba tuza con formación de granos.

En la Figura 3, se presenta el comportamiento promedio de materia fresca y seca total para cada una de las variedades analizadas, donde se muestra que la granizada (flecha) ocasionó una reducción altamente significativa en peso fresco y peso seco entre variedades (Tabla 1), esto debido a que las plantas perdieron casi el 90% de las hojas durante éste evento; siendo menor el impacto en la variedad Choclero y mayor en Chullpi y Almidón Huancavelicano, manteniéndose la tendencia hasta el final de la campaña agrícola.

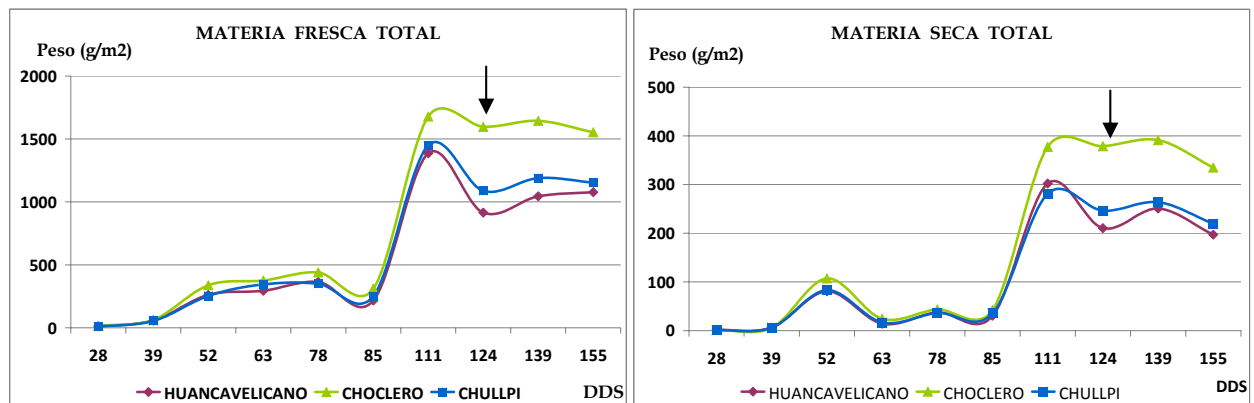


Figura 3. Materia fresca y seca total para variedades de maíz amiláceo en Ayacucho-Perú.

Al ser comparado con la producción promedio de las tres variedades antes del evento, para materia fresca el Almidón Huancavelicano se redujo en promedio 34%, Chullpi (25%) y Choclero (5%). Con respecto a materia seca total, se registró la misma tendencia, aunque en menor proporción, Almidón Huancavelicano se redujo en 30%, 12% en Chullpi y el Choclero no fue afectado. Asimismo, a partir del evento, la variedad Choclero mantuvo significativamente mayor producción de materia verde y seca.

Tabla 1. Análisis de Variancia para materia fresca y seca total ( $\text{g/m}^2$ ) para los cultivares de maíz, a partir de los 111 días de sembrado.

| VARIABLE                             | DDP | GL | SC        | CM        | Fc    | Nivel de Significancia(95%) |
|--------------------------------------|-----|----|-----------|-----------|-------|-----------------------------|
| Peso fresco total ( $\text{g/m}^2$ ) | 111 | 2  | 141 121,7 | 70 560,8  | 0,39  | n.s.                        |
|                                      | 124 | 2  | 752 145,8 | 376 072,9 | 9,02  | **                          |
|                                      | 139 | 2  | 585 033,9 | 292 516,9 | 9,61  | **                          |
|                                      | 155 | 2  | 391 032,6 | 195 516,3 | 6,91  | **                          |
| Peso seco total ( $\text{g/m}^2$ )   | 111 | 2  | 15 415,7  | 7 707,89  | 2,37  | n.s.                        |
|                                      | 124 | 2  | 47 206,6  | 23 603,3  | 7,87  | **                          |
|                                      | 139 | 2  | 36 209,28 | 18 104,6  | 8,34  | **                          |
|                                      | 155 | 2  | 32 930,6  | 16 465,3  | 24,67 | **                          |

#### 4. Conclusiones

La presencia de una vaguada fría proveniente del Pacífico oriental con eje direccionado hacia el territorio peruano, incentivó el desprendimiento de una vaguada de onda corta (OC) que se desplazó a lo largo de la zona norte de Ayacucho, incentivando actividad convectiva de rápido desarrollo vertical y generando granizada en dicha zona.

Al impactar esta granizada en el cultivo de maíz que se encontraba en estado reproductivo, se ocasionaron diferencias significativas en producción de materia fresca y seca total entre cultivares. Siendo el maíz Choclero el menos afectado, y el Almidón Huancavelicano y el Chullpi los más afectados.

#### 5. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Programa de Financiamiento para la Innovación, Ciencia y Tecnología –FINCYT- PCM- Perú, por el apoyo financiero para la ejecución del proyecto de investigación sobre Zonificación de riesgos climáticos, del cual es parte el presente artículo.

#### 6. Referencias bibliográficas

- Cotton, W. & R.Anthes. 1989. Storm and cloud dynamics. Academic Press.,883 pp.
- CONAM-GTZ (2006). Peligros climáticos, biodiversidad, desertificación y pobreza en el Perú. 124 pp.
- FONCODES. 2006. Mapa de pobreza del Perú. Fondo de Cooperación para el desarrollo social. <http://www.foncodes.gob.pe/mapapobreza/>
- Marengo, J., Soares, W., (2001): Episodio de Jatos de baixos níveis durante 13 a 19 de abril de 1999. Revista Brasileira de Meteorologia.
- MINAG (2010). Compendio estadístico. Dirección General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura. Campañas Agrícolas 2000/2010.
- SINPAD (2011). Registros de Emergencias y Peligros. INDECI.Banco de datos estadísticos. Dispon.<http://sinpad.indeci.gob.pe/PortalSINPAD/Default.aspx?ItemId=1>
- DIARIO PANORAMA y LA VOZ (2010). 29 de enero 2010. Ayacucho.