



## A process to design a system of prevention of occupational and work-related diseases caused by climate changes in the Chilean agrosilvopastoral sector

Paz Díaz Castillo

BASF Chile S.A. paz.dia@basf.com

**Abstract.** The increase in temperature together with the reduction of rainfall in a large part of the national territory can generate unfamiliar and/or harmful environmental conditions, exposing workers to a new configuration of physical, chemical and biological agents; and thereby increasing labor morbidity. To coping with that problem, this article shows the process of designing a system for preventing diseases caused by climate change in the Chilean agrosilvopastoral sector during the 21st century. This process comprises these four sequential stages. 1) Characterization of the probable scenarios: based on secondary sources, the predicted climate states will be deployed with their respective probability of occurrence for at least five natural regions of the national territory, both insular and continental South American, and through a comparative geography it will predict the pattern of forestry, livestock and agriculture activity that best fits each new climate in each natural region. 2) Determination of causal relationships: through simulations with computational support whose inputs are experiences recorded in different parts of the world, it will identify the thresholds of variables of the scenario (climate - agrosilvopastoral activity) that generate the emergence of occupational diseases and/or increase the quantity, prevalence and/or severity of these. 3) Identification of alterations to scenarios: by means of dose-response heuristics, it will identify those variables of the scenario whose modification significantly reduces the labor morbidity, either in the severity of the disease, in the number of patients, in the appearance of new diseases and any other measurable harmful effect. 4) Assemblies of alterations: it will be assessed in monetary units both the cost of implementing each alteration and the avoided risk by reducing the occupational diseases through the alterations already identified for later, through a mathematical programming to achieve the optimal configuration of alterations.

**Keywords:** climate change, disease, livestock, agriculture, forestry, work, scenarios.

### 1.- Problema

La agricultura, ganadería, pesca y silvicultura constituyen uno de los pilares del desarrollo de Chile, empleando alrededor de 0,83 millones de trabajadores, donde más del 95% de éstos trabaja a la intemperie [1]. De acuerdo a diversos reportes [2][3][4], las

condiciones laborales a que se enfrentan estos trabajadores son en general, insatisfactorias en diversos ámbitos. Estas condiciones podrían empeorar en algunos aspectos si el rubro silvoagropecuario chileno no se adapta al nuevo escenario climático que se pronostica para el presente siglo [5].



Supuestamente, un incremento en la temperatura acompañado de una reducción de las precipitaciones en gran parte del territorio nacional [6], pueden generar estados del ambiente desconocidos y/o nocivos [7], exponiendo a los trabajadores a una nueva configuración de agentes físicos, químicos y biológicos; y con ello aumentando la morbilidad laboral [8]. En efecto, temperaturas más elevadas durante la época de cosecha podrían generar un estrés por calor [9] y alteraciones en los regímenes de viento-humedad podrían propagar infecciones entre otros ejemplos [10].

## 2.- Objetivos

El presente trabajo tiene como Objetivo General proponer un proceso que logre el diseño de un sistema de prevención primaria para enfermedades profesionales causadas por cambios climáticos en el sector silvoagropecuario chileno durante el siglo XXI.

Ciertamente se admite que en algunos casos el cambio climático caracterizado por un calentamiento global puede implicar alteraciones beneficiosas en la morbilidad laboral, como por ejemplo una reducción de las enfermedades debidas a exposiciones a fríos intensos. Sin embargo, el presente proyecto tiene por meta reducir los riesgos de que más trabajadores se enfermen, de que se enfermen de mayor gravedad y/o de que se enfermen por nuevas enfermedades. En tal sentido, el producto final que se pretende lograr constará de un proceso para ensamblar elementos tanto estructurales como funcionales. Es decir, el proceso para la prevención primaria podrá considerar artefactos, conductas y otros componentes (públicos y privados, relacionales y materiales, temporales y espaciales,

individuales y colectivos, nacionales y regionales) que reduzcan la probabilidad y/o daño de contraer enfermedades profesionales en el quehacer silvoagropecuario chileno debido al cambio climático.

¿Quiénes serán los beneficiados con este diseño? Además de las agencias de seguridad, evidentemente serán los propios trabajadores del campo y los empresarios agrícolas quienes dispondrán de mayor conocimiento para enfrentar alteraciones ambientales; pudiendo por ejemplo decidir respecto del horario de cosecha menos caluroso, qué vestimenta usar y cómo evitar en terreno algún pesticida activado térmicamente. También serán beneficiados debido a la información aportada: planificadores territoriales, legisladores, empresas aseguradoras y de la salud entre otros agentes económicos. De hecho el diseño que resultará del proceso servirá para elaborar manuales, normas e incluso leyes; es decir, será una herramienta de anticipación.

## 3.- Estado del Arte

El presente proyecto se plantea ante la siguiente secuencia de cinco supuestos:

- 1° Se producirá un cambio climático.
- 2° Tal cambio climático provocará un nuevo escenario de trabajo en el campo chileno.
- 3° Dicho escenario de trabajo alterará la morbilidad laboral en el rubro silvoagropecuario.
- 4° Es posible intervenir ese nuevo escenario de trabajo.
- 5° Ciertas intervenciones previenen en diversa magnitud las enfermedades profesionales atribuidas al cambio climático.

El primer supuesto se apoya en las proyecciones de organismos



internacionales, entre ellos el IPCC, las cuales coinciden en que el clima del planeta cambiará sensiblemente debido a la liberación de gases “invernadero” [11]. El segundo supuesto se apoya en conceptos de geografía económica, donde alteraciones de precipitación y temperatura como las proyectadas, modifican la actividad silvoagropecuaria [12] [13]. El tercer supuesto descansa en estudios diversos que indican que el cambio climático alterará la morbilidad en diversas actividades humanas, especialmente aquellas realizadas a la intemperie [14] [15] [16] [17]. Finalmente el cuarto y quinto supuesto se desprenden de la máxima de la Cibernética entendida como la Ciencia del Control, afirmando que es posible mantener el estado de algunas variables dentro de rangos deseados [18][19][20].

#### 4.- Método

El método para configurar el proceso que una vez llevado a cabo logrará el diseño, consistirá básicamente en un examen a bibliografía en temas de enfermedades profesionales, cambio climático, trabajos agrícolas, simulación y técnicas prospectivas.

#### 5.- Resultados

El proceso que entrega el diseño en cuestión consta de cuatro etapas: I) Caracterización de los probables escenarios que presentará el rubro silvoagropecuario chileno a lo largo del presente siglo, II) Establecimiento de las relaciones de causalidad escenario => enfermedad profesional, III) Identificación de las alteraciones a cada escenario que permitan disminuir las enfermedades profesionales y IV) Ensamble dichas alteraciones de tal

forma que maximicen la diferencia entre el riesgo evitado y el costo de ellas. A continuación se describen estas cuatro etapas.

#### Caracterización de los escenarios probables

En base a fuentes secundarias tales como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático y la Organización Meteorológica Mundial, se desplegarán los estados del clima pronosticados con su respectiva probabilidad de ocurrencia para al menos cinco regiones naturales del territorio nacional tanto insular como continental sudamericano (Norte Grande, Norte Chico, Zona Central, Zona Sur y Austral). A través de una geografía comparada preferenciado *Ceteris paribus*, se pronosticará el patrón de actividad silvoagropecuaria que más se ajuste a cada nuevo clima en cada región natural.

#### Determinación de relaciones de causalidad

A través de simulaciones con apoyo computacional y alimentadas con experiencias registradas en diversas partes del mundo, se identificarán las cotas de variables del escenario (clima – actividad silvoagropecuaria) que generan la emergencia de enfermedades profesionales y/o que aumentan la cantidad, prevalencia y/o gravedad de éstas.

#### Identificación de alteraciones a escenarios

Por medio de heurísticas de dosis-respuesta, se identificarán aquellas variables del escenario cuya modificación, reduce sensiblemente la morbilidad laboral ya sea



en la gravedad de la enfermedad, en la cantidad de enfermos, en la aparición de nuevas enfermedades y cualquier otro efecto nocivo medible.

### Ensamble de alteraciones

Se valorará en unidades monetarias el costo de implementar cada alteración y también se valorará el riesgo evitado al reducir las enfermedades laborales a través de las alteraciones ya identificadas. Posteriormente a través de una Programación Matemática se logrará la configuración óptima de alteraciones.

### 6.- Conclusiones Generales

Las principales preocupaciones sobre los efectos dañinos del cambio climático en la agricultura se centran en los factores productivos de agua, plantaciones, cultivos y ganado; sin mayor énfasis en el recurso humano. Ante esto el presente trabajo situación que el presente pretende cubrir en parte por medio de un proceso que permita diseñar un sistema de prevención de enfermedades.

En efecto, aun cuando los avances en automatización permitan reducir la mano de obra en el campo, muchas faenas requieren del imprescindible recurso humano y por lo tanto los trabajadores estarán expuestos a nuevos escenarios enfrentando al estrés térmico entre otros fenómenos adversos. Ante ello urge anticiparse a dichas amenazas y un diseño pertinente de un sistema de prevención de enfermedades gatilladas por el cambio climático es una acertada respuesta.

Puesto que tal sistema no está aún implementado, éste deberá diseñarse y el

resultado del presente trabajo entrega las etapas que logren el diseño.

### Referencias

[1] Instituto Nacional de Estadísticas. "Mercado del Trabajo", Empleo, Cifras Comentadas, Cuadro 3: Ocupados por rama de actividad económica 2010. (Muestra la cantidad de trabajadores expuestos).

[2] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. "Situación de las mujeres en el sector silvoagropecuario". Informe Final, diciembre 2009. (Muestra entre otros, las dificultades de las mujeres chilenas para acceder a trabajos en el campo).

[3] Oficina Internacional del Trabajo. "La Justicia Social en el desarrollo rural chileno: aspectos laborales en el libre comercio". Equipo Técnico Multidisciplinario, 1995. (La contratación temporal y la debilidad previsional son algunos aspectos más delicados que afectan a los trabajadores agrícolas).

[4] Banco Mundial. "Towards a vision of agricultural innovation in Chile in 2030". Draft of Comments, enero, 2011. (Establece entre otras cinco características, que imperativamente la agricultura chilena debe ser "Healthy and wholesome").

[5] Ministerio de agricultura. "El Cambio Climático en el sector silvoagropecuario de Chile". Febrero 2010. (Destaca la "vulnerabilidad" del sector agrícola y aunque no menciona las enfermedades asociadas al cambio climático, el arribo de ellas puede castigar más aún la situación laboral de los agricultores chilenos, ya citada en [2], [3] y [4]).

[6] Intergovernmental Panel on Climate Change. "Climate Change 2007.Synthesis



Report". Ginebra , 2008. (Aun cuando la cartografía de este grupo de expertos no posee una resolución ideal, en ella se deduce que mayoritariamente Chile experimentará una reducción de las precipitaciones en un 40% y un aumento de las temperaturas en alrededor de 3° C para finales del presente siglo).

[7] Robert Henson. "The rouge guide to Climate Change". Rough Guides Ltda., 2008. (Representativamente establece que la incertidumbre generada es la principal preocupación).

[8] P. Schulte y H. Chun. "Climate change and occupational safety and health: establishing a preliminary framework". Journal of Occupational and Environmental Hygiene. Volume 6(2009) pag 524-554 (Establece siete categoría de cambio climatic y riesgos laborales asociados: (1) increased ambient temperature, (2) air pollution, (3) ultraviolet exposure, (4) extreme weather, (5) vector-borne diseases and expanded habitats, (6) industrial transitions and emerging industries; and (7) changes in the built environment. Establece además que mientras el clima cambia, puede provocar una mayor prevalencia, distribución y severidad de los riesgos).

[9] Huei-Ting Tsai, Tzu-Ming Liu. "Effects of climate change on disease epidemics and social instability around the world" Human Security and Climate Change: An International Workshop. GECHS, UNEP, IHDP, CICERO, CSCW, Oslo Junio 2005. (El estrés térmico puede causar entre otras disfunciones: "syncope, cramps, exhaustion and stroke". Incluso las molestias de la deshidratación afectan la concentración provocando accidentes laborales).

[10] Githeko, A y otros. "Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis". Bulletin of the World Health Organization,

2000 (Partiendo de observaciones interdecadales e interanuales, evalúa posibles consecuencias de cambio climáticos sobre la propagación de enfermedades en actividades a la intemperie).

[11] A. Foucault. "Climat: histoire et avenir du milieu terrestre", Fayard, Paris 1993. (Esta publicación expone las pruebas de las diversas causas del cambio climático, incluyendo las humanas).

[12] D. Walmsley y G. Lewis. "People and environment: behavioural approaches in human geography". Longman Group Ltd., Londres, 1995. (Destacan las intimas relaciones entre las estructuras sociales y su ambiente).

[13] R. Boschma y R. Martin. "The handbook of Evolutionary Economics". Edwar Elgar Publishing Ltd., Cheltenham (Reino Unido), 2010. (Se muestra las íntimas relaciones entre las variables climáticas y la actividad agropecuaria).

[14] Organización Mundial de la Salud. "Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas". WHO, Génova, 2003. (Asume "el nuevo reto" para las actuales iniciativas vinculadas a proteger a la salud humana, alertando sobre las actividades a la intemperie pues éstas a diferencia de las indoor, carecen de medidas homeostáticas).

[15] Organización Mundial de la Salud. "The global burden of disease" (Destaca la identificación de causas de enfermedades para la toma de decisiones, entre ellas los cambios intempestivos del ambiente a que se exponen los seres humanos).

[16] C. Newton y otros. "Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. Euphytica, Volume: 179, Special Issue, 1(2011), pag : 3-18 (Expone



lo acelerado del cambio climático y sus efectos en la producción agrícola y la importancia de aumentar la resiliencia).

[17] Hanna, E. y otros. "Climate Change and Rising Heat: population health implications for working people in Australia" *Asia-Pacific Journal of Public Health*, Volume: 23 , 2(2011), pag: 14S-26S (Indica que el rápido cambio climático expone a trabajadores a la intemperie y aquellos indoor sin medios de refrigeración, a riesgos de enfermedades).

[18] Martin, P. "The precautionary principle and climate change". *Institute for Systems, Informatics and Safety. Foundations of Science*, 2(2007), pag: 263-269. (Establece el control de variables vitales como clave para encarar cambios climáticos y la generación de conocimiento adecuado para ello).

[19] Amy D. "Les modèles du changement climatique". Seminario de la Universidad de Palermo. Palermo, 2007 (Expone diversas estrategias para conservar la viabilidad organizacional).

[20] Peters, M y Iglesias, P. "Minimum entropy control for time-varying system". *Birkhäuser, Boston*, 1997. (Teoría, principios y aplicaciones para controlar variables dinámicas tales como las de la salud ligadas a cambio climático).

---

### Paper Info

Fecha de recepción: noviembre 2012.

Fecha de aceptación: septiembre 2016.

Revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 7.

Total de observaciones: 37.

Índice de Novedad: 0,80.

Índice de Utilidad: 0,73.