

Ergonomía en floricultura en Colombia: resultados y lecciones

Ergonomics in Colombian Floriculture: Results and Lessons

Ergonomia em Floricultura na Colômbia: Resultados e lições

Lope H. Barrero, ScD¹

Recibido: 04 de marzo de 2013 • Aceptado: 04 de diciembre de 2013

Doi: [dx.doi.org/10.12804/10.12804/revsalud12.esp.2014.06](https://doi.org/10.12804/10.12804/revsalud12.esp.2014.06)

Para citar este artículo: Barrero LH. Ergonomía en floricultura en Colombia: resultados y lecciones. Rev Cienc Salud 2014;12(Especial):45-53.
doi: [dx.doi.org/10.12804/10.12804/revsalud12.esp.2014.06](https://doi.org/10.12804/10.12804/revsalud12.esp.2014.06)

Resumen

Introducción: el sector floricultor ha sido afectado por años por la alta ocurrencia de enfermedades músculo-esqueléticas entre sus trabajadores. Diversos esfuerzos han sido puestos en marcha para comprender la magnitud del problema, sus causas y sus posibles soluciones. Este manuscrito expone desde la perspectiva académica las lecciones y logros del modelo de actuación industria-academia para mejorar las condiciones ergonómicas de la población trabajadora de este importante sector industrial. *Materiales y métodos:* se hizo una recopilación de actas, comunicaciones, reportes y publicaciones científicas de los trabajos llevados a cabo desde el año 2007 con la participación del Centro de Estudios de Ergonomía del Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Un análisis retrospectivo de esta información buscó responder a preguntas sobre el origen de los trabajos, objetivos perseguidos, resultados alcanzados, beneficios obtenidos y lecciones aprendidas. *Resultados:* el modelo de trabajo fue participativo. El motor iniciador de los trabajos son las empresas productoras de flores que hacen explícitas sus necesidades a las aseguradoras del trabajo. El diseño global del estudio no fue encargado a la academia, sino construido con la academia; y, posteriormente, refinado con la agremiación de productores. Aunque el objetivo global del trabajo es la prevención de enfermedades, este se lleva a cabo a partir de proyectos que en la medida en que fue pasando el tiempo fueron asegurando fondos para la consecución de objetivos específicos relacionados con: la evaluación de las condiciones ergonómicas del trabajo, la caracterización de la población trabajadora y el desarrollo, implementación y prueba de soluciones. *Conclusiones:* el modelo de colaboración industria-academia presentada evidencia importantes resultados tanto de mejoras a las condiciones laborales como académicas. Aunque es necesario validar la visión de la industria sobre este tipo de modelos de trabajo colaborativo, se considera que este caso fue exitoso y, por lo tanto, debería ser replicado en otras industrias.

Palabras clave: colaboración con la industria, salud laboral, agricultura.

¹ Departamento de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: lopehugo@javeriana.edu.co

Abstract

Introduction: The flower industry has been affected for years by the high occurrence of musculoskeletal disorders among workers. Various efforts have been done to understand the magnitude of the problem, its causes and possible solutions. This manuscript presents from the academic perspective the lessons and achievements of an industry-academics model of action to improve the ergonomic conditions of the working population of this important industry. *Materials and methods:* a review of minutes, communications, reports and scientific publications related to the ergonomics work done since year 2007 with the participation of the Center for Ergonomics Studies (CEE) of the Department of Industrial Engineering at Pontificia Universidad Javeriana was conducted. A retrospective analysis of the information sought to answer questions about the origin of the work, objectives, results, lessons learned and benefits gained. *Results:* The working model was participatory. Flower producers were the starters of the work. They made explicit their needs to workers' insurance companies. The overall study design was not just given but built with academics, and subsequently refined with the association of producers. Although the overall objective of the work was the prevention of musculoskeletal disease among workers, the work was carried out in time as funds were secured through studies with specific objectives related to: Workplace ergonomics evaluations, characterization of the working population, and the development, implementation and testing of solutions. *Conclusions:* The presented industry-academics collaboration model resulted in important improvements to working conditions and academic results. Although it is necessary to validate the view of the industry regarding this type of collaborative models, it is considered that this case was successful and therefore should be replicated in other industries.

Key words: collaboration with industry, occupational health, agriculture.

Resumo

Introdução: o setor floricultor tem sido afetado por anos por a alta ocorrência de doenças musculoesqueléticas entre seus trabalhadores. Diversos esforços têm sido postos em funcionamento para compreender a magnitude do problema, suas causas e suas possíveis soluções. Este manuscrito expõe desde a perspectiva acadêmica as lições e resultados do modelo de atuação indústria-academia para melhorar as condições ergonômicas da população trabalhadora deste importante setor industrial. *Materiais e métodos:* Se fez uma recopilação de atas, comunicações, reportes e publicações científicas dos trabalhos levados a cabo desde o ano 2007 com a participação do Centro de Estudos de Ergonomia do Departamento de Engenharia Industrial da Pontificia Universidad Javeriana. Uma análise retrospectiva desta informação buscou responder a perguntas sobre a origem dos trabalhos, objetivos perseguidos, resultados alcançados, benefícios obtidos e lições aprendidas. *Resultados:* o modelo de trabalho foi participativo. O motor iniciador dos trabalhos são as empresas produtoras de flores que fazem explícitas suas necessidades às seguradoras do trabalho. A criação global do estudo não foi encarregada à academia, senão construído com a academia; e posteriormente refinado com a agremiação de produtores. Ainda que o objetivo global do trabalho é a prevenção de doenças, o trabalho se leva a cabo a partir de projetos, que na medida que foi passando o tempo, foram segurando fundos para a consecução de objetivos específicos relacionados com: a avaliação das condições ergonômicas do trabalho, a caracterização da população trabalhadora e o desenvolvimento,

implementação e prova de soluções. *Conclusões*: o modelo de colaboração indústria-academia apresentada evidencia importantes resultados tanto de melhoras às condições laborais quanto acadêmicas. Ainda que é necessário validar a visão da indústria sobre este tipo de modelos de trabalho colaborativo, considera-se que este caso foi de sucesso e portanto deveria ser replicado em outras indústrias.

Palavras-chave: colaboração com a indústria, saúde laboral, agricultura.

Introducción

El sector agrícola colombiano es uno de los más importantes de la economía nacional. En el año 2012, la agricultura representó el 3,4 % del producto interno bruto y usó el 7,9 % del suelo del territorio nacional (1, 2). Estimados recientes indican que este sector de la economía emplearía aproximadamente el 13 % de las personas ocupadas del país (3). Más aún, este sector puede llegar a ser un gran generador de riqueza para el país si su potencial es bien aprovechado (4).

El sector agrícola, sin embargo, es un sector con grandes dificultades de carácter social y político (5). En él prevalece la informalidad, la cual alcanzó, combinada con el sector pecuario del país, niveles superiores al 90 % en el año 2012, que contrastan con las cifras oficiales nacionales de informalidad urbana que estarían alrededor del 50 % (6). Estos niveles de informalidad suponen que las condiciones laborales de las personas ocupadas en agricultura no son reconocidas suficientemente a pesar de los demandantes niveles de esfuerzo asociados al trabajo agrícola (7). Situación que implica también que las dolencias y enfermedades que esta población laboral sufre no son registradas en las cuentas nacionales de enfermedad ocupacional.

Un importante subsector de la agricultura colombiana es la floricultura. En este sector, en contraste con la mayor parte del sector agrícola, prevalece la formalidad. Esta situación de formalidad implica que los trabajadores del sector floricultor están sujetos a las regla-

mentaciones del sistema de seguridad social colombiano y, por lo tanto, al registro de la ocurrencia de las enfermedades que aquejan a sus trabajadores. Ello explicaría en parte porque la mayoría de los nuevos casos registrados en Colombia de enfermedad ocupacional provienen de este importante sector de la economía (8). La prevalencia puntual de síntomas asociados a enfermedades como síndrome del túnel del carpo pueden alcanzar en este sector niveles cercanos al 30 % (9). Por ende, el estudio de las condiciones laborales de este sector, así como los medios y acciones requeridas para mejorar dichas condiciones, debería ser garantizado.

El tipo de acciones que pueden ser perseguidas varían en alcance y nivel de actuación. En el nivel político, los gremios empresariales, grupos de presión social y medios tienen un rol principal de divulgación y sensibilización sobre la relevancia de la aplicación de la salud ocupacional en el mejoramiento de la productividad y salud de los trabajadores, y en particular en industrias de alto riesgo ocupacional, como la de la agricultura. La academia en este nivel cumple con la función esencial de ofrecer evidencia objetiva que justifique dicha labor de divulgación y sensibilización, y que, en últimas, permita informar el proceso de generación de política pública en la materia.

Por su parte, en un nivel más táctico, donde los empleadores, trabajadores y academia tenemos un rol directo de actuación técnica, es necesario lograr que se pongan en marcha esfuerzos mancomunados para medir las

condiciones de trabajo y proponer soluciones que permitan su mejoramiento mientras se asegura la competitividad empresarial en el marco de la política y la reglamentación actual en la materia. Sin embargo, este tipo de esfuerzos en el país son todavía insuficientes y con frecuencia poco efectivos. En este nivel, por supuesto que asegurar recursos que financien tales esfuerzos mancomunados es esencial. No obstante, la existencia de recursos puede no ser la variable que afecta principalmente la cantidad y efectividad de los esfuerzos de trabajo en salud ocupacional industria-academia, pues me pregunto: ¿qué empresa no está dispuesta a hacer inversiones si tiene un grado de certeza importante de que su inversión será fructífera?

Mi contingencia es que la discrepancia entre expectativas e intereses de industria es el principal factor que previene el planteamiento y ejecución de nuevos proyectos para la medición y mejoramiento de las condiciones laborales de los trabajadores. Por ejemplo, puede ser que la academia, y en general el profesional de la salud ocupacional, no sea suficientemente sensible a las necesidades de productividad empresarial, a los requerimientos de respuesta oportuna y a la necesidad de demostrar los beneficios alcanzados. A su vez, el empresario puede no ser suficientemente sensible a las necesidades de publicación científica de la academia, lo cual demanda diseños metodológicos robustos y documentación estricta del trabajo realizado. Si esta contingencia es cierta, trabajos conjuntos que logren balancear los objetivos de industria y academia pueden ser generadores de confianza y relaciones de largo plazo.

A continuación, presento un caso de estudio de un trabajo efectuado en salud ocupacional y en particular en ergonomía, con la participación de los diferentes actores de un importante sector de la industria colombiana durante los últimos cinco años. Aunque hago referencias

breves a los resultados de los estudios, me enfoco principalmente en documentar desde la perspectiva del investigador la experiencia del trabajo conjunto, buscando encontrar lecciones del proceso que puedan ser compartidas con la comunidad de académicos y profesionales de la ergonomía en Colombia.

Materiales y Métodos

Se hizo una revisión de información secundaria resultante de un grupo de estudios ergonómicos llevados a cabo en el sector floricultor por parte de la industria y las aseguradoras de los trabajadores, con la participación del Centro de Estudios de Ergonomía del Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Dentro de los documentos consultados, están las actas, los reportes técnicos, comunicaciones electrónicas y artículos científicos resultantes del estudio.

A partir de esta información, se trató de responder a las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cuáles fueron las características generales del trabajo realizado?
- ¿Cuáles fueron los principales resultados y logros del trabajo realizado?
- ¿Qué factores contribuyeron al éxito del trabajo realizado?
- ¿Qué lecciones han sido aprendidas del trabajo realizado?

Resultados

¿Cuáles fueron las características generales del trabajo realizado?

El trabajo realizado tuvo el objetivo general de mejorar la salud músculo-esquelética de los trabajadores. Este esfuerzo contó con la participación en diferentes momentos del proyecto de una importante aseguradora de los trabajadores en Colombia, la asociación que agremia la mayor parte de los productores (Asocoflores), flori-

cultores, trabajadores y la academia. El trabajo global efectuado se ha llevado a cabo a través de diversos proyectos con propósitos específicos pero relacionados que han incluido aspectos como la evaluación de las condiciones ergonómicas del trabajo, la caracterización de la población trabajadora, el desarrollo e implementación de soluciones, incluyendo cambios a herramientas y procedimientos de trabajo, y evaluación de estas.

Identificar la fecha de inicio del trabajo realizado con la participación del CEE resulta difícil, pues, si bien la línea de trabajo fue formalmente creada en el año 2007, investigadores del CEE ya habían participado en esfuerzos previos de evaluación de las condiciones físicas del trabajo en floricultura. La formulación formal del trabajo en el año 2007 inició con una solicitud de la ARL Sura (anteriormente ARP Suratep) a la Pontificia Universidad Javeriana para formular un proyecto que permitiera encontrar y probar soluciones que pudieran reducir la ocurrencia de enfermedades músculo-esqueléticas de la extremidad superior en trabajadores del sector. El equipo del CEE pudo establecer que esta iniciativa de la ARL se dio como parte de sus programas de investigación en salud ocupacional y en respuesta a necesidades expresadas por las empresas del sector floricultor.

Un equipo integrado por la aseguradora, consultores externos de esta e investigadores de la Universidad iniciaron con la conceptualización del estudio, sus objetivos y su diseño general. El estudio fue planteado inicialmente a Asocolflores, asociación que agremia a los cultivadores de flores, la cual le dio su respaldo y facilitó el acercamiento con los productores. Un total de doce empresas fueron invitadas a participar en el estudio de acuerdo con un plan de visitas a empresas que cumplieran con criterios de producción de rosas en Cundinamarca y Crisantemos en Antioquia, y un rango de entre 200 y 800 trabajadores. Estas condiciones fueron definidas para intentar representar empresas de tamaño típico en el sector.

A partir del estudio, resultaron diversas colaboraciones técnicas internacionales con investigadores de la Aseguradora Social Alemana y de la Universidad de Harvard, que hicieron aportes principalmente en tecnología para la recolección de información de electrogoniometría y de electromiografía, respectivamente. De igual manera, colaboraciones nacionales surgieron en particular con la Escuela Colombiana de Ingeniería. Además, el reconocimiento del grupo de investigadores del CEE con los productores nacionales de flores facilitó nuevos acercamientos para nuevos estudios. Por último, los trabajos permitieron y estimularon la participación de estudiantes, profesores y consultores. Esto permitió desarrollar paralelamente al proyecto procesos de práctica, aprendizaje y entrenamiento para nuestros estudiantes. Como resultado, varios trabajos de pregrado (10) y maestría (11) fueron desarrollados también en el marco de los diversas investigaciones realizadas (figura 1).

Los esfuerzos se concentraron principalmente en comprender las características de las operaciones de corte de flor en cultivo y de clasificación y *boncheo* en poscosecha (9). Estas operaciones fueron escogidas basado en el conocimiento previo entregado al equipo por profesionales con experiencia en el sector que sugirieron la importancia que dichas operaciones podrían tener en la salud de los trabajadores. No obstante, el estudio planteó la recolección de información autorreportada de otras tareas de la floricultura e, incluso, otras tareas fuera del trabajo.

El estudio se planteó inicialmente en tres fases, aunque los contratos de ejecución fueron dándose fase por fase. La primera tuvo por objetivo estudiar la literatura científica para encontrar soluciones que ya hubieran sido creadas para el sector. La segunda tuvo por objetivo evaluar los principales factores mecánicos del trabajo presentes en tareas de cultivo y poscosecha, e iden-

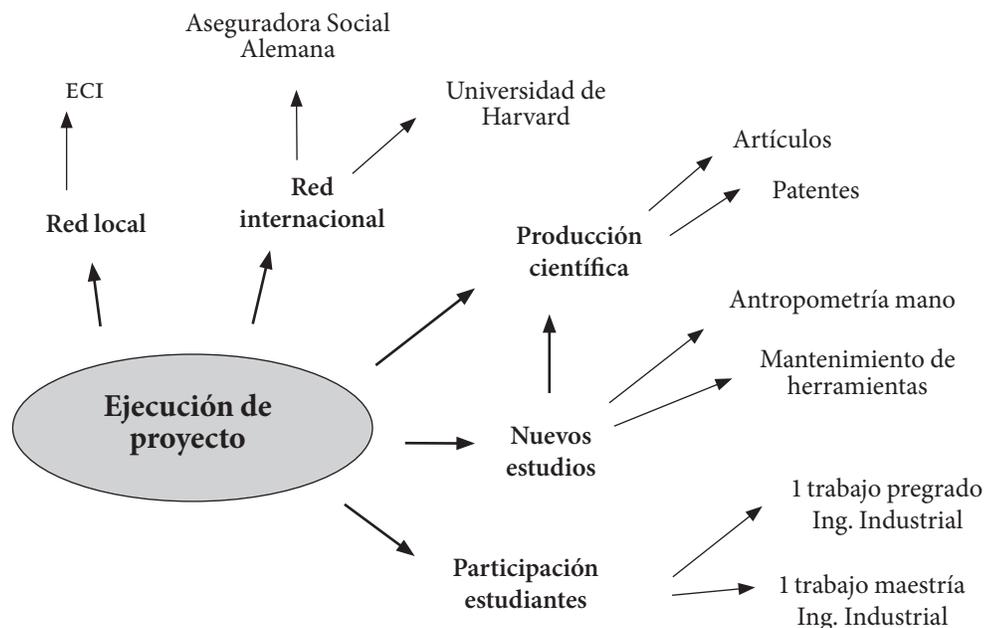


Figura 1. Resultados del modelo de colaboración industria-academia

tificar con un estudio transversal cuáles de esos factores estaban principalmente relacionados con los factores mecánicos estudiados. La tercera fase consistió en la creación de soluciones, selección de aquellas con mayor factibilidad y la evaluación de su efectividad. En esta fase, es importante destacar el trabajo que se hizo de invitar a profesionales practicantes de la salud ocupacional del sector para identificar posibles soluciones y evaluar su factibilidad de implementación, así como la participación de los trabajadores principalmente en la evaluación de las soluciones propuestas. A partir de este proyecto general, se crearon enlaces directos con los productores, con quienes se desarrollaron estudios en paralelo y complementarios para conocer, por ejemplo, el desempeño de nuevas herramientas de corte de flor y el efecto de los tiempos de mantenimiento (11).

¿Cuáles fueron los principales resultados del trabajo realizado?

Los resultados del trabajo realizado han sido presentados en diversos reportes técnicos y en ma-

nuscritos que ya han sido publicados (9, 12, 13) o que están en proceso de publicación. A continuación, se exponen los resultados principales:

1. Las operaciones estudiadas se realizan con ciclos típicos de 4,2-8,4 cortes por minuto, y de 9,4-12,6 movimientos por minuto en tareas de clasificación y *boncheo*, respectivamente. Aunque estos ciclos no fueron tomados en períodos de demanda de producción pico, se consideran repetitivos, pero menores a los ciclos observados en otras operaciones industriales altamente repetitivas. (9)
2. Las tareas de la floricultura se ubican en promedio alrededor de un nivel de esfuerzo entre 12 y 14 (hasta fuerte) en la escala de Borg. Este es un nivel moderado en relación con tareas altamente demandantes reportadas en la industria. Sin embargo, es más alto que el nivel promedio reportado en tareas fuera del trabajo (9).
3. Los síntomas de enfermedades típicas de desórdenes músculo-esqueléticos de las extremidades superiores son altos; similares a

- los encontrados en otras industrias de alto riesgo de presentar este tipo de desórdenes músculo-esqueléticos (9).
4. Las herramientas de corte utilizadas típicamente en el sector son muy grandes para las dimensiones de las manos de la población trabajadora (13). Esto implica una desventaja mecánica para la operación de las herramientas y resalta la necesidad de desarrollar nuevos instrumentos que se ajusten a las dimensiones observadas en nuestra población.
 5. Existen posturas extremas, principalmente de pronosupinación 30° pronación-39° supinación, en particular durante las tareas de corte de rosa (9).
 6. Los requerimientos de aplicación de fuerza de la operación de corte con frecuencia son elevados en relación con otras tareas industriales consideradas como demandantes, con promedios de activación de músculos del antebrazo de entre el 3,6 y 24 % de la máxima fuerza de contracción voluntaria (%MVC), afectando principalmente los músculos que ayudan con la generación de movimientos de extensión y desviación ulnar de la mano (9).
 7. La información sobre soluciones que sean efectivas para la reducción de la carga mecánica del trabajo en las extremidades superiores durante tareas de agricultura es escasa (14).
 8. Herramientas alternativas tienen alto potencial de reducir las demandas mecánicas del trabajo, aunque requieren refinación para capitalizar los beneficios esperados (15).
 9. Los entrenamientos posturales pueden generar un impacto positivo especialmente en el nivel de supinación-pronación extrema (16).
- ¿Qué factores contribuyeron al éxito del trabajo realizado?*
- Algunos autores sugieren que el trabajo en ergonomía debería tener algunas características fundamentales para ser exitoso. (17, 18) A continuación, se presenta una lista de algunos de esos factores, indicando subjetivamente el nivel en que ellos habrían estado presentes en este esfuerzo (tabla 1). El factor que pudo tener un nivel más bajo es el de búsqueda de objetivos de productividad, pues, si bien en la filosofía de trabajo del CEE se considera esta importante variable, es cierto que ninguno de los documentos de diseño general o específico de los estudios lo planteó como objetivo explícito. En general, se considera que el trabajo realizado en el contexto en el que se llevó a cabo fue exitoso, especialmente por la participación de diversos actores y el apoyo que tuvo por parte de la gerencia de las empresas productoras involucradas.

Tabla 1. Factores de éxito en proyectos de ergonomía

Factor de éxito	Básico	Promedio	Avanzado
Inclusión de actores interesados			X
Creación de equipos participativos de trabajo		X	
Búsqueda de objetivos de productividad y de salud	X		
Apoyo de la gerencia			X

¿Lecciones aprendidas del trabajo realizado?

El trabajo realizado ha sido fructífero. No obstante, lecciones importantes pueden ser extraídas de este:

1. Los factores psicosociales no recibieron atención en el estudio. La teoría ergonómica señala la relevancia de hacer evaluaciones que contemplen todos los factores. Sin embargo, dados los recursos, tiempo y enfoque del estudio, esto no fue posible. La pregunta permanece sobre cómo lograr que el diseño de este tipo de estudios en el futuro no sacrifique elementos clave a pesar de las limitaciones.
2. Todos los esfuerzos deben incluir la presentación práctica de los resultados para impactar la industria atendida. En el estudio, se prepararon materiales de divulgación práctica. No obstante, fue un reto lograr presentar información sencilla y útil sin comprometer la precisión y exactitud que exige la comunicación del conocimiento alcanzado.
3. La inclusión de investigadores experimentados, así como de investigadores en aprendizaje, es fundamental. Esto asegura mejores procesos de enseñanza, el involucramiento de nuevas generaciones y el enriquecimiento del trabajo creativo requerido en estos proyectos.
4. El trabajo realizado en este caso contó con la participación amplia de dos agentes de la academia, uno nacional y uno internacional; y una colaboración con otro agente académico nacional. Sin embargo, es posible pensar en nuevos esfuerzos que incluyan más colaboraciones nacionales e internacionales.

5. El esquema participativo del modelo incluyó principalmente a las empresas productoras, la aseguradora, profesionales practicantes de la salud ocupacional y la academia. Los trabajadores, por su parte, aunque tuvieron la oportunidad de participar y opinar sobre las soluciones que les fueron propuestas, tuvieron un rol menos principal en la creación de estas. En el futuro, es necesario proponerse lograr una participación más amplia y central de los trabajadores en la identificación de sus propios factores de riesgo y las soluciones para ellos.

Conclusiones

En este manuscrito, se presenta un caso de trabajo conjunto entre la industria y la academia en el tema de ergonomía. Claramente existen fortalezas técnicas y científicas para hacer desarrollos importantes en ergonomía en el país. Aunque esta presentación se enfoca en un caso de estudio de dichas condiciones en un sector particular, existen ejemplos diversos en otros sectores llevados a cabo por nuestro grupo que ratifican este modelo de trabajo conjunto industria-academia. No obstante, se considera necesario validar y enriquecer el modelo expuesto con nuevas experiencias para asegurar el éxito del trabajo. Más aún, aquí se presenta la visión de la academia con resultados claramente positivos para el ejercicio de su quehacer. Sin embargo, la validación del éxito también debe darse desde la perspectiva de la industria en concordancia con los principios de trabajo participativo que se buscan.

Referencias

1. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). PIB por rama de actividad: anexos estadísticos de oferta - precios constantes series desestacionalizadas - IV trimestre de 2012 (xls) [internet]. 2013 [citado 2013 mayo 12]. Available from: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=85
2. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Encuesta Nacional Agropecuaria: comunicado de prensa 2012 [internet]. 2012 [citado 2013 mayo 12]. Available from: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=240&Itemid=73
3. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales [internet]. 2011 [citado 2013 mayo 12]. Available from: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/Documento_matriz_empleo.pdf
4. Machado A. Colombia rural, razones para la esperanza. Bogotá: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); 2011.
5. Machado A, Salgado C, Vásquez R. La academia y el sector rural. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2004.
6. Ministerio del Trabajo. MinTrabajo inicia cruzada para formalizar trabajadores de los sectores de transporte, agricultura y construcción [internet]. 2012 [citado 2013 mayo 12]. Available from: <http://www.mintrabajo.gov.co/octubre-2012/1163-mintrabajo-inicia-cruzada-para-formalizar-trabajadores-de-los-sectores-de-transporte-agricultura-y-construccion-.html>
7. Fa F. Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. *Appl Ergon* 2010;41(6):738-43.
8. Tafur FJ. Informe de enfermedad profesional en Colombia, 2003-2005. Bogotá: Ministerio de la Protección Social; 2007.
9. Barrero LH, Pulido JA, Berrio S, Monroy M, Quintana LA, Ceballos C, et al. Physical workloads of the upper-extremity among workers of the Colombian flower industry. *Am J Ind Med* 2012;55(10):926-39.
10. Barrera J. Evaluación experimental de una herramienta de corte DFE rosas prototipo desarrollada en el Centro de Estudios de Ergonomía. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2009.
11. Berrío S. Estudio de la demanda mecánica en las extremidades superiores en tareas de corte manual de rosas. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2010.
12. Barrero LH, Duarte A, Quintana LA, Varga MA, Villalobos GH. Prevención de trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores relacionados con el trabajo: revisión sistemática. *Arch Prev Lab* 2011;14(3):138-46.
13. García R, Felknor S, Córdoba J, Caballero JP, Barrero LH. Hand anthropometry of the Colombian floriculture workers of the Bogota plateau. *Int J Ind Ergon* 2012;42:183-98.
14. Barrero LH, Duarte A, Quintana LA, Vargas AM, Villalobos GH. Intervenciones asociadas a la prevención o disminución de desórdenes musculoesqueléticos en el ámbito laboral. Bogotá: ARP Suratep; 2008.
15. Berrío S, Quintana LA, Barrero LH. A field experiment comparing mechanical demands of two pruners for flower cutting. *Work* 2012;41:1342-5.
16. Barrero LH, Ceballos C, Ellegast R, Pulido JA, Monroy M, Berrío S, et al. A randomized intervention trial to reduce mechanical exposures in the Colombian flower industry. *Work* 2012; 41 (Suppl 1):4971-4.
17. Hägg GM. Corporate initiatives in ergonomics - an introduction. *Appl Ergon* 2003;34:3-15.
18. Hignett S, Wilson JR, Morris W. Finding ergonomics solutions - participatory approach. *Occup Med* 2005;55:200-7.