

**Una revisión de las condiciones laborales en el mundo agrario y de la incidencia de distintas enfermedades asociadas a este particular entorno**

## Movimientos y ergonomía en Horticultura

**P. BARREIRO**

*Profesora Titular  
Dpto. Ingeniería Rural. ETSIA Madrid  
pbarreiro@iru.etsia.upm.es*



En este artículo se realiza una revisión de la situación actual de las condiciones laborales en el mundo agrario, y de la incidencia de las distintas enfermedades asociadas a este particular entorno. Se presentan además los recientes trabajos de investigación en ergonomía de los procesos agrícolas llevados a cabo en el Institut für Agrartechnik Bornim (Alemania), analizados por la autora en una estancia estival en dicho centro de investigación. Se hace una descripción detallada del procedimiento de análisis tridimensional de movimientos propuesto por

**Plataforma individualizada para la recolección de espárrago.**

**Fijación de emisores IR a las distintas partes del cuerpo.**

**Fuente: Rullmann, Jakob y Geyer, ATB.**



■ **Los trastornos músculo esqueléticos constituyen la principal incidencia en las enfermedades laborales del sector agrario en los países desarrollados. La ISO establece recomendaciones concretas respecto a parámetros antropométricos o límites de carga estática**

Martina Jakob y Martin Geyer, y su aplicación a una plataforma de recolección individual de espárragos y a una línea de confección de perros.

**Condiciones laborales en el entorno agrícola**

Las enfermedades laborales en el entorno agrícola varían considerablemente a lo largo y ancho

de la geografía mundial, y están condicionadas por factores como el clima, la fauna, la densidad de población, las condiciones de vida, los hábitos alimenticios, las prácticas higiénicas, el nivel educativo, la formación en el trabajo, las condiciones laborales, el desarrollo tecnológico, la calidad y el acceso a los servicios etc. La Organización Internacional de Trabajo (ILO) establece las siguientes categorías:

· **Enfermedades laborales.**

Tienen una relación específica y fuerte con la ocupación con un sólo agente causante reconocido como tal,

· **Enfermedades relacionadas con el trabajo.** Se admite que hay múltiples agentes causales y que los factores laborales juegan un papel en el desarrollo de la enfermedad, y

· **Enfermedades generales.**

Afectan a la población trabajadora sin relación causal con el trabajo pero que pueden ser agravadas por el trabajo.

Las principales enfermedades laborales que se registran en el ámbito agrícola son: infecciones transmitidas por animales domésticos o salvajes, infecciones del tracto respiratorio, dermatosis, alergias, cáncer, enfermedades contraídas por el trabajo al aire libre, envenenamiento, daños músculo esqueléticos derivados del trabajo repetitivo y de las posturas inadecuadas, transporte de cargas excesivas durante largas horas, y daños por ruido o vibraciones.

Es interesante comparar los datos de incidencia de las enfermedades laborales asociadas al ámbito agrícola en Estados Unidos con los datos particulares de Francia, como ejemplo de país europeo. En Francia, por ejemplo, la incidencia total de enfermedades laborales en el ámbito agrícola es de 108,4 por cada 100.000 trabajadores en activo frente a las 43,5 por cada 100.000 a nivel mundial. Conviene tomar estas diferencias en valor absoluto con cautela dado que una mayor cobertura social puede favorecer el desenmascaramiento de dolencias.

**Cuadro 1:**

**Tipos e incidencia de las enfermedades laborales en el ámbito agrícola en Estados Unidos.**

Enfermedades laborales en el ámbito agrícola en Estados Unidos	Número de enfermos excluyendo granjas con menos de 11 empleados	Incidencia por cada 100.000 trabajadores en activo
Traumas repetidos	1.000	8,2
Daños en la piel	2.500	20,3
Respiratorias (agentes tóxicos)	200	1,4
Desórdenes por agentes físicos	300	2
Envenenamiento	300	2,5
Enfermedades asociadas al polvo	<50	0,1
Otras	1.100	8,8
Todas	5.400	43,5

Fuente: Organización Internacional del Trabajo, 2000.

En Francia, 81,3 incidencias por cada 100.000 trabajadores activos son debidas a desórdenes articulares frente a las 8,2 por cada 100.000 registradas a nivel mundial. Se registran además 2,1 incidencias por cada 100.000 trabajadores activos asociadas a ruido y vibraciones (ILO, 2000). Las enfermedades asociadas a desórdenes articulares son por tanto las más relevantes en las condiciones habituales de trabajo agrícola de los países con un elevado índice de mecanización.

Esta conclusión aparece también recurrentemente en el estudio de Camila Calisto (1999) que ha hecho una extensa revisión de la situación laboral en el ámbito agrario en los Países Escandinavos y Alemania. En este estudio se indica que un 25% de los costes de las aseguradoras es debido a

los trastornos músculo esqueléticos y que, en un estudio específico sobre 465 productores de fruta, el 89% declaró haber sufrido algún tipo de dolor articular en el año anterior al análisis, siendo los miembros más afectados la espalda (57%), las rodillas (40%), y los hombros y el cuello (38%).

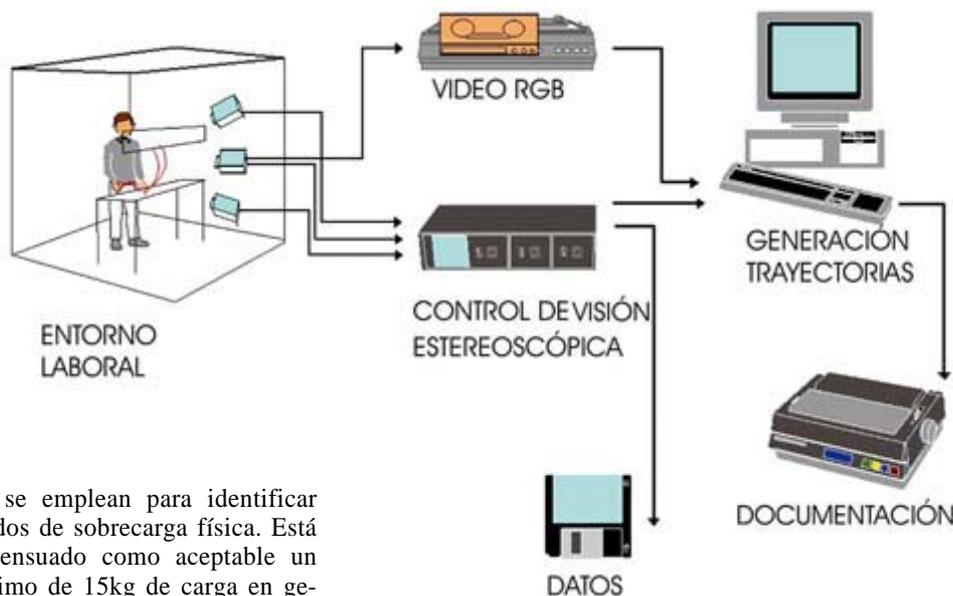
Los datos citados son especialmente relevantes si tenemos en cuenta que uno de los problemas a la hora de realizar estudios de ergonomía del ámbito agrario es la elevada estacionalidad de la mano de obra, que dificulta en muchas ocasiones la realización de un seguimiento serio de los trabajadores.

**Carga laboral física y mental**

Según el Instituto Navarro de Salud Laboral (INSL) se define carga laboral como el conjunto de requerimientos físicos y mentales a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral. El análisis de la carga física de un trabajo implica el estudio de los esfuerzos físicos estáticos (sin movimiento) y dinámicos (en movimiento), de las posturas y de la manipulación de cargas.

En un trabajo conviene combinar cargas estáticas y dinámicas para favorecer el sostenimiento de valores razonables en el ritmo respiratorio y cardíaco, parámetros

**■ En la Organización Internacional de Normalización, el comité técnico "Ergonomics" está especialmente dedicado a temas de salud laboral y establece normas como la ISO 11226, dedicada a la evaluación de posturas en trabajos estáticos, y la ISO 11228 sobre ergonomía en el manejo manual**



que se emplean para identificar estados de sobrecarga física. Está consensado como aceptable un máximo de 15kg de carga en general, 25kg en operarios de gran capacidad física (circunstancialmente puede superarse), y no más de dos inclinaciones del tronco por minuto.

La carga mental refiere el nivel intelectual necesario para desarrollar una tarea. Los factores que influyen en el nivel de carga mental son la cantidad de información que se recibe, la complejidad de la respuesta, el tiempo en que se ha de responder, y las capacidades individuales.

Para cuantificar la carga mental asociada a un trabajo se pueden emplear medidas relativas a la reacción del organismo (actividad cardíaca y respiratoria) de forma similar a la expresada para la determinación de la carga física. También se puede evaluar la cantidad y calidad del trabajo desarrollado por el operario, dado que el cansancio redundará en una reducción del ritmo de trabajo y un incremento de los errores.

### Recomendaciones ISO para las condiciones laborales

En la Organización Internacional de Normalización (ISO) existe un comité técnico denominado Ergonomics, ISO/TC 159, especialmente dedicado a temas de salud laboral, al que está adscrito un subcomité dedicado a la Antropometría y la Biomecánica. Son normas ISO de especial rele-

#### Esquema del procedimiento de Análisis 3D de un trabajo manual (Thomas, Jakoby y Geyer, ATB).

vancia en este contexto la ISO 11226 dedicada a la evaluación de posturas en trabajos estáticos, y la ISO 11228 dedicada a la ergonomía en el manejo manual.

Según ISO un trabajo completo debe tener suficiente variación de tareas con ciclos cortos, medios y largos, con un número de tareas organizativas, un equilibrio entre tareas sencillas y difíciles, autonomía suficiente, oportunidad de contacto, información y aprendizaje. El conjunto de tareas debe incorporar las consideraciones necesarias a las dimensiones del cuerpo, de manera que las operaciones se desenvuelvan con normalidad. La descripción genérica y cualitativa que ofrece ISO respecto a las condiciones laborales idóneas se concreta en unos

■ El método de Análisis 3D del espacio de trabajo ha sido ampliamente estudiado a fin de mejorar las condiciones ergonómicas y laborales de los operarios. La recolección de espárragos y una línea de manipulación de puerros son dos ejemplos de estos estudios

valores cuantitativos que refieren a las posturas en trabajo estático: ángulo de inclinación de la cabeza y del tronco, ángulo de elevación de los brazos y de flexión de las rodillas.

### Métodos de análisis de las condiciones laborales

Existen distintos métodos para el estudio de las condiciones laborales como son el análisis de tiempos o el análisis de movimientos y posturas.

El análisis de tiempos se denomina genéricamente MTM (Method Time Measurement). Este procedimiento desarrollado por Maynard, Stegmerten y Schwab en 1946 basado en la descomposición de cualquier operación manual en sus movimientos básicos, asignando a cada uno de ellos un valor predeterminado de duración que se establece a partir de la naturaleza del movimiento y de las condiciones en las que éstos se llevan a cabo.

Un valor MTM representa las condiciones de trabajo confortables y eficientes para un trabajador competente. El estudio de los valores de tiempo individuales para distintos trabajadores, comparados con los valores MTM, permite determinar el nivel de formación y capacitación del trabajador. La comparación de los valores de tiempo en entornos de similares características permite determinar la idoneidad de las condiciones laborales.

Otro procedimiento para la evaluación de las condiciones laborales es el análisis de los movimientos en tres dimensiones, Análisis 3D, ampliamente estudiado por Martina Jakob y Martin Geyer en el ATB (Bornim, Alemania). Este procedimiento puede considerarse una ampliación natural de método anterior, derivada de la disponibilidad de nuevas tecnologías, ya que emplea la grabación en vídeo de las labores junto con un posicionamiento tridimensional de las distintas partes del cuerpo.

El Análisis 3D utiliza visión estereoscópica para posicionar distintas partes del cuerpo del

**Tabla 2:**

**Recomendaciones ISO sobre condiciones de trabajo estático: NA (no aceptable), SD (según duración), A (aceptable).**

Cabeza	Angulo de inclinación		
	>85° NA	85-25° SD	<25° A
Tronco	Angulo de inclinación		
	>60° NA	20-60° sin soporte: SD con soporte: A	<20° A
Brazo	Angulo de elevación		
	>60° NA	60-20° sin soporte: SD con soporte: A	<20° A
Rodilla	Flexión según postura		
	En pie: sin flexionar Sentado: 90-135°		

Fuente: ISO 11226, 2000.

operario en el espacio en coordenadas cartesianas x,y,z, empleando para ello un número N de emisores infrarrojos (IR) adheridos a

las partes del cuerpo objeto de estudio. Estos emisores proyectan una radiación infrarroja (de manera que no interfiera con la escena

y no se vea afectada por la iluminación ambiental) con una frecuencia seleccionable que viene determinada por la máxima frecuencia de adquisición de imágenes de las cámaras de video empleadas. Dado que las cámaras de visión utilizadas en el ATB tienen una frecuencia de adquisición de imágenes de 50 Hz (0.02s), la frecuencia de los emisores IR se establece en 50/N.

Es fundamental conseguir una correcta representación de la escena de trabajo, es decir, una elevada densidad de puntos en las trayectorias de las distintas partes del cuerpo. Por tanto un mayor número de emisores, o zonas del cuerpo evaluadas simultáneamente, esta sometido a la existencia de una menor velocidad de la operación evaluada. En la actualidad el sistema empleado por el ATB implica el empleo de emisores IR cableados pero se espera que en un futuro próximo el siste-



**un extraordinario terreno de cultivo ?**



COMPARTIMENTO



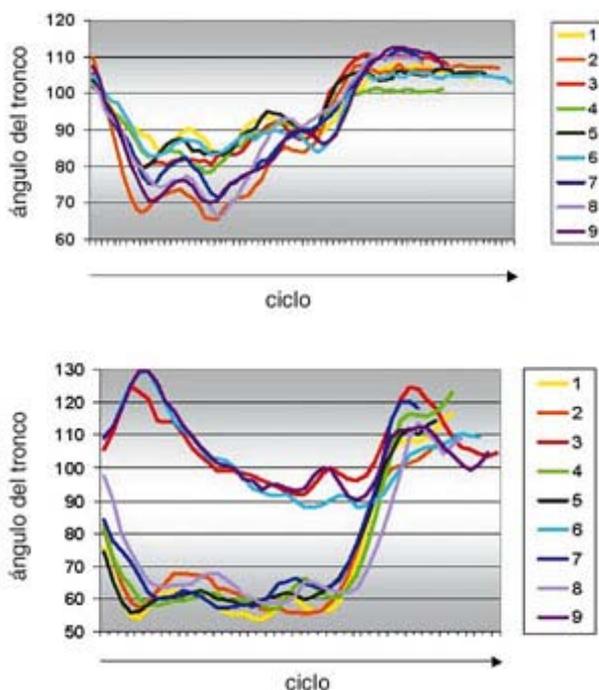
6	8	7
9	5	4
3	2	1



ma funcione de manera inalámbrica.

La visión estereoscópica supone la adquisición simultánea de imágenes que contengan el punto de luz de cada emisor IR mediante dos cámaras de visión desplazadas longitudinalmente.

Este procedimiento permite establecer la profundidad (y) a la que se encuentra el punto de luz de coordenadas x,z en una escena. Simultáneamente a la obtención de los datos de los emisores IR se obtiene una imagen RGB en una cámara de video color convencional para un posterior análisis visual de la operación. Por tanto, el sistema completo consta de tres cámaras de visión.



**Comparación de dos asientos en plataformas individuales de recolección de espárrago, con apoyo de las rodillas (arriba) y apoyo del tronco (abajo). Se analiza la inclinación del tronco en el acceso a nueve compartimentos del espacio de trabajo durante un ciclo de recogida.**

**Fuente: Jakob y Geyer, ATB.**

### Aplicaciones del Análisis 3D en procesos agrícolas

Tal y como se ha comentado, el método de Análisis 3D del espacio de trabajo ha sido ampliamente estudiado por el ATB. Dos ejemplos de estos estudios son el análisis de una plataforma individual de recolección de espárragos, y el de una línea de manipulación de puerros.

El espárrago blanco es una de las especies hortícolas de mayor importancia en Alemania. El cultivo se lleva a cabo en caballones habitualmente cubiertos de plástico para regular el crecimiento. Las puntas de espárragos se recogen manualmente empleando plataformas de ayuda cuyo diseño varía de unos fabricantes a otros.

En el estudio de Jakob y Geyer (2003) se evalúan dos tipos distintos de asiento para estas plataformas: apoyo de rodillas o soporte del tronco. El diseño de este elemento es fundamental, dado que el área de trabajo en posición de asiento no cubre todas las localizaciones posibles de las puntas de espárrago y el operario precisa algún tipo de apoyo para poder alcanzarlos sin caerse del asiento, trabajando con inclinaciones de tronco no recomendables (superiores a 60°).

El Análisis 3D demuestra que el movimiento de ambas manos es significativamente mayor para el asiento con soporte de tronco con un incremento del 9% respecto al asiento con soporte de rodillas, de forma que, para obtener el mismo resultado es necesario realizar un mayor esfuerzo físico en el primer caso.

En asientos con soporte de tronco se detecta además una mayor variación inclinación del tronco hacia el muslo (45°) respecto al asiento con soporte de rodillas (35°), existiendo mayor variabilidad entre posturas dependiendo del compartimento de trabajo y un incremento en la curvatura de la espina dorsal.

Jakob y Geyer (2003) han aplicado también el Análisis 3D a la evaluación de una línea de confección de puerros, concretamente al proceso de alimentación de la cinta transportadora.

En esta operación, el operario coge los puerros con ambas manos de una caja de campo y posteriormente los deposita con la mano derecha en la línea en compartimentos individualizados con una capacidad de trabajo entre 3.000 a 5.500 piezas/hora dependiendo del trabajador; el operario se sitúa frente a la línea colocando los antebrazos a una altura aproximada de 15 cm sobre la cinta transportadora. En este experimento se compararon distintas velocidades de trabajo de la línea: 4.500, 6.000 y 7.300 piezas/hora, empleándose en las dos últimas dos trabajadores y consiguiéndose en todos los casos un 100% de

**Existen distintos procedimientos para el análisis de las condiciones laborales como son el MTM (análisis de tiempos) y el Análisis 3D (estudio de movimientos y posturas)**

■ Los procesos agrarios parcialmente mecanizados son ejemplo de condiciones laborales desfavorables que pueden ser mejorados mediante un correcto diagnóstico del espacio operativo y un apropiado diseño del entorno, sin necesidad de incurrir en un incremento significativo del coste del proceso

alimentación de la cinta. En este experimento, Jakob y Geyer demuestran que cuando la velocidad de trabajo se sitúa cercana al límite de la capacidad de trabajo de cada persona se verifica un incremento de la distancia recorrida por los miembros corporales antes de depositar los puerros, incrementándose el consumo de energía y la fatiga de los operarios.

En este punto se observa además un incremento del movimiento de la cabeza que es indicativo de una aparición de tensión (stress) en el trabajo. En esta si-

tuación, los operarios manifiestan dolores en la parte baja de la espalda y en el cuello. Por otra parte, una incorrecta colocación de la caja de campo con la que se alimenta la línea de puerros redundó en un incremento de los recorridos de los miembros corporales. Los operarios tienden en estos casos a aumentar su ritmo de trabajo para conseguir la alimentación de la línea al 100% con el consiguiente aumento de consumo energético y de cansancio.

## Conclusiones

A título de conclusión se resaltan los siguientes puntos:

■ Los trastornos musculoesqueléticos constituyen la principal incidencia en las enfermedades laborales del sector agrario en los países desarrollados.

■ Existen normas ISO con recomendaciones concretas respecto a parámetros antropométricos tales como la inclinación del tronco, la cabeza y la espalda, o los límites de carga estática.

■ Existen distintos procedimientos para el análisis de las condiciones laborales como son el MTM (análisis de tiempos), y el Análisis 3D (estudio de movimientos y posturas).

■ Los procesos agrarios parcialmente mecanizados representan ejemplos de condiciones laborales desfavorables que pueden ser mejoradas mediante un correcto diagnóstico del espacio operativo y un apropiado diseño del entorno, sin necesidad de incurrir en un incremento significativo del coste del proceso.

### Para saber más...

■ Versión completa bajo [www.horticom.com?57196](http://www.horticom.com?57196)

**agrocomponentes**  
componentes del Invernadero

es posible.

VENTANAS MOTORREDUCTORES CREMALLERAS PANTALLAS TÉRMICAS MALLAS REFRIGERACIÓN CALEFACCIÓN SISTEMAS DE CONTROL

Greenhouses, components. Torre Pacheco, Murcia Spain Teléfono +34 968 58 57 76 Fax +34 968 58 57 70 [www.agrocomponentes.es](http://www.agrocomponentes.es)