



# **Serie Proyectos de Investigación e Innovación**

Superintendencia de Seguridad Social  
Santiago - Chile

## **INFORME FINAL**

Validación de una batería de test para el monitoreo de efectos cognitivos ante la exposición ocupacional a plaguicidas

Boris Lucero  
2020





## **SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL**

### **SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY**

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

Superintendencia de Seguridad Social  
Huérfanos 1376  
Santiago, Chile.



## INFORME DE CIERRE

**Validación de una Batería de test para el monitoreo de efectos cognitivos ante la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa en trabajadores agrícolas**

Boris Lucero Mondaca; Paula Ceballos Vásquez; María Teresa Muñoz Quezada; Carolina Reynaldos

Universidad Católica del Maule

Junio 2019





## Resumen

En Chile existe un amplio uso de plaguicidas en el entorno ocupacional agrícola. Los plaguicidas más vendidos y utilizados son neurotóxicos, realizando su efecto al inhibir la acetilcolinesterasa en el organismo, lo cual se ha probado puede traer deterioros en la salud, aumentando el riesgo para el desarrollo de enfermedades como el Parkinson y el Alzheimer en población ocupacional altamente expuesta. Hasta ahora no existe ninguna prueba para monitorear el deterioro cognitivo en trabajadores agrícolas, lo cual sería necesario entendiendo que muchos de ellos se desempeñan desde temprana edad y por varias décadas en labores en los cultivos, estando expuestos de manera crónica a los venenos utilizados para el control de plagas en la actividad agrícola. A través del presente estudio se ha logrado establecer la validez y confiabilidad de una escala breve para el monitoreo del funcionamiento neurocognitivo en trabajadores agrícolas. Se entregan además normas estratificadas por edad y nivel educacional para transformación de puntajes a percentiles e interpretación de los resultados. Esto permite contar con un test de sencilla aplicación (10 a 15 minutos) y que potencialmente podrá ser utilizado para el monitoreo rápido de deterioro cognitivo ante la exposición ocupacional a agrotóxicos en trabajadores chilenos.

## ABREVIATURAS

---

<b>ABREVIATURA/ACRÓNIMO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
ATN	Atención
CDT	Clock drawing test
CDTVP	Subpuntaje de Habilidad Visuoperceptual del Clock drawing test
CI	Coeficiente Intelectual
CVATN	Subpuntaje de atención del Clock drawing test
CVPNum	Subpuntaje de secuenciación numérica del Clock drawing test
EA	Enfermedad de Alzheimer
EPP	Elementos de Protección Personal
FAB	Frontal assessment battery
FABadjust	Versión ajustada del test FRONTAL ASSESSMENT BATTERY
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ICV	Indice de Comprension Verbal de la escala WAIS-IV
IMT	Indice de Memoria de Trabajo de la escala WAIS-IV
IRP	Indice de Razonamiento Perceptual de la escala WAIS-IV
IVP	Indice de Velocidad de Procesamiento de la escala WAIS-IV
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
NCTB	Neurobehavioral Core Test Battery
Num	Numérico
OP	Organofosforados
PSP	parálisis supranuclear progresiva
SNC	Sistema Nervioso Central
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TMT	Trail making test
VP	Visuoperceptual
VPN	Valor predictivo negativo
VPP	Valor predictivo positivo
WAIS-IV	Wechsler adult intelligence scale- fourth version

## INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
METODOLOGIA	
Participantes	7
Técnicas de recolección de la información	9
Clock Drawing Test(CDT)	10
Frontal Assessment Battery (FAB)	11
Trail Making Test(TMT)	11
ANALISIS DE LOS DATOS	13
CONSIDERACIONES ÉTICAS	14
RESULTADOS	
Análisis descriptivo	15
Validez de Contenido	17
Consistencia Interna	19
Validez de Constructo	19
Validez Convergente	22
Análisis de Sensibilidad y especificidad	23
Confiabilidad Test-retest	25
Datos normativos de la escala para trabajadores agrícolas estratificados por edad y nivel educacional	26
CONCLUSIONES	30
REFERENCIAS	34
APÉNDICE: ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
ANEXOS	40

## INDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Test Neuropsicológicos y las funciones que evalúan cada uno.	10
Tabla 2. Características de los participantes que componen la muestra de cada grupo	15
Tabla 3. Estadísticos descriptivos test aplicados por grupo de trabajadores	16
Tabla 4. Percentiles correspondientes a puntajes obtenidos por cada grupo	16
Tabla 5. Prueba de normalidad y resultados para cada test	17
Tabla 6. Síntesis de Valoraciones en base a criterio de acuerdo inter-jueces por test y habilidad evaluada	18
Tabla 7. Análisis Factorial exploratorio de los ítems de la escala breve.	21
Tabla 8. Comparación de medias en rendimiento evaluado por cada test incluido en la solución factorial del instrumento.	22
Tabla 9. Validez convergente de los puntajes de cada uno de los test con los puntajes de CI e índices factoriales del WAIS-IV como Gold Standard.	23
Tabla 10. Confiabilidad (estabilidad) test-retest de los puntajes escalares.	25
Tabla 11. Correlaciones de Edad, educación e ingreso familiar con los test de la escala.	27
Tabla 12. Percentiles para los test de la escala breve para cada grupo normativo	29

---

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Número de participantes del estudio y muestra de trabajadores agrícolas y no agrícolas	9
Figura 2. Gráfico de sedimentación con los eigenvalues (autovalores) de cada factor resultante del análisis factorial.	20
Fig. 3. Desempeño en TMT-A y TMT-B, en función de los cuatro grupos de edad y los 2 niveles educacionales.	28
Fig. 4. Desempeño en FABadj y CDT, en función de los cuatro grupos de edad y los 2 niveles educacionales.	28

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Cuestionario inicial de exposición para trabajadores agrícolas.	40
Anexo 2. Cuestionario inicial para trabajadores no expuestos.	44
Anexo 3. Pauta de evaluación de los jueces expertos.	46
Anexo 4: Registro fotográfico periodo de entrenamiento de evaluadores.	51
Anexo 5: Batería para el monitoreo de efectos cognitivos de plaguicidas en trabajadores agrícolas	52
Anexo 6: Registro fotográfico Trabajadores siendo encuestados en su lugar de trabajo.	61
Anexo 7: Registros fotográficos de Charlas Técnicas	62
Anexo 8: Registro de participación en Congresos	65
Anexo 9: Programa Seminario regional del 12 de abril 2019.	67
Anexo 10: Invitación a seminario regional.	68
Anexo 11: Divulgación e impacto seminario regional, noticia destacada en página institucional UCM.	69
Anexo 12: Lista de asistencia a seminario regional	70
Anexo 13: Registro fotográfico seminario regional 12 abril 2019.	72
Anexo 14: Publicación en periódico regional 02 de mayo 2019.	73
Anexo 15: Presentación en canal regional Canal30 TV, 06 de mayo de 2019	74
Anexo 16: Comprobante de envío de artículo a revista científica.	75



## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

---

Los problemas de salud ambiental en los entornos ocupacionales no solo han sido una preocupación de los países desarrollados e industrializados, también en las últimas décadas los territorios en vía de desarrollo han comenzado a inquietarse por esta situación pues existe evidencia científica de los efectos adversos que tiene para la salud de las personas y de los trabajadores. Un riesgo ambiental prevalente en los entornos ocupacionales en zonas de actividad principalmente agrícola, como la región del Maule, es la exposición a plaguicidas. Según la FAO (1), los plaguicidas son:

*Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte.*

Estos químicos son considerados tóxicos para las personas, sin embargo su manejo y control es complejo por variadas razones, entre las cuales los expertos mencionan algunas como las siguientes: su aplicación la puede realizar cualquier persona, existe desconocimiento de los aplicadores y trabajadores para su manejo, el trabajo flexible o temporal complejiza fortalecer el conocimientos sobre los riesgos del uso de estos tóxicos, existen limitadas o escasas acciones preventivas en su uso laboral y general (incumplimientos de normativas y regulaciones) y baja regulación para la aplicación terrestre y aérea a nivel nacional (2). A partir de lo indicado, resulta evidente el rol importante que tiene la vigilancia y el control por parte de las mutualidades. Dado su potencial alto impacto en la salud y calidad de vida de las personas, esta problemática ha llamado poderosamente la atención de algunos investigadores, destacándose especialmente el efecto neurotóxico de los plaguicidas organofosforados, los cuales son los de más alta venta en Chile, y que se ha demostrado pueden provocar disminución

del rendimiento cognitivo en niños en desarrollo y ser precursor de un mayor riesgo de enfermedades degenerativas en trabajadores expuestos de manera crónica en los entornos ocupacionales (3-5). No obstante, en Chile no se cuenta aún con instrumentos validados a nivel nacional con población ocupacional agrícola que evidencien este tipo de efectos.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

---

Los problemas de salud ambiental en los entornos ocupacionales han llegado a ser una preocupación a nivel mundial, tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo (6-7). Existe amplia evidencia de los efectos adversos en la cognición ante la exposición a neurotóxicos, siendo el caso de los plaguicidas uno de los más críticos a nivel ocupacional (5, 8-11), especialmente los organofosforados (OP). Estos son los más utilizados en la agricultura a nivel mundial y en Chile para el control de plagas, siendo los que registran mayor venta. Dichos químicos actúan inhibiendo el sistema nervioso central, por ello, un mal uso puede ser sumamente peligroso para la salud, provocando efectos adversos en el organismo (12). A nivel biológico, estos efectos se producen cuando ingresa un OP al organismo, liberando fósforo que se asocia a la enzima acetilcolinesterasa, la cual se encarga de catalizar la acetilcolina, provocando con esto la inhibición de dicha enzima, generándose consecuentemente una excesiva excitación de los receptores muscarínicos y nicotínicos del sistema nervioso, sobre acumulándose este neurotransmisor en las sinapsis colinérgicas, resultando en intoxicación aguda o crónica.

En las últimas décadas se ha brindado gran atención al desarrollo y aplicación de test que evalúen los efectos neuroconductuales y cognitivos de la exposición a sustancias neurotóxicas como los plaguicidas por ejemplo en el ámbito ocupacional (11,13). Estos efectos se ha visto que se asocian a algunas de las funciones ejecutivas, las cuales corresponden a un grupo de funciones cognitivas y procesos mentales complejos (memoria de trabajo, inhibición de impulsos, razonamiento, entre otros) que controlan las habilidades requeridas para la conducta dirigida a metas tales como la organización de tareas, el recuerdo de detalles, el manejo del tiempo, y la resolución de problemas.

La aplicación de pruebas en poblaciones trabajadoras expuestas a químicos se ha desarrollado durante décadas, usando los métodos de la neuropsicología y de la psicología experimental. Usualmente se han empleado baterías de test conductuales para evaluar los efectos de neurotóxicos, y el número de test a utilizar se ha incrementado (11,13). Una de las más importantes es la Batería de Test Neuroconductuales esenciales (Neurobehavioral Core Test Battery, NCTB), ya que ha

sido una de las más utilizadas en estudios de efectos neurotoxicológicos (14). Está compuesta por siete test conductuales: Retención de dígitos, Símbolos, Test de retención visual de Benton, Prueba simple de tiempo de reacción, Test de destreza de Santa Ana, Persecución de objetivos II, y el perfil de estados anímicos (15,16). Cabe consignar que uno de los fundamentos que se han utilizado para la selección de las pruebas que componen la batería en el caso de la NCTB, era que estas hubieran demostrado ser instrumentos sensibles ante los cambios asociados a exposición a químicos. En otras palabras, esto implica que las pruebas hayan mostrado efectividad, discriminando entre grupos de trabajadores expuestos y no expuestos a químicos, permitiendo la identificación de los efectos neurotóxicos. Las baterías además debían cumplir con dos propiedades psicométricas básicas, como la validez y confiabilidad. Al respecto, en el año 1999 (17), una de las principales recomendaciones que surgió para NCTB, fue la necesidad de establecer una validez de constructo en un amplio rango de distintos países; ya que, se había concluido que con esta batería se podía evaluar de manera efectiva a la población adulta con doce o más años de educación y pertenecientes a Norteamérica, Europa Occidental y algunos lugares de Asia, no teniendo la misma confiabilidad en personas con menos de nueve años de educación, siendo descartado además su uso efectivo en poblaciones distintas a las norteamericanas y europeas. Luego, en el año 2013 se volvieron a discutir distintos aspectos respecto al uso de la batería y los criterios de selección de los test para la medición de efectos neurotóxicos (18). Aquí se indicó que los test a incluir para la elaboración de una batería deben ser aquellos que no impliquen derechos de autor, punto relevante, ya que la mayor parte de los test incluidos en la batería *NCTB* tenían derechos de autor, por lo cual debían ser adquiridos cada uno de ellos para ser usados legítimamente. En vez de esto, los expertos recomiendan incluir test que sean de dominio público, ejemplo de ellos es el test de trazo o *Trail Making Test*. Una última conclusión declarada respecto a los test es que estos debían ser libres de la influencia cultural. Este panel de expertos, acordó de manera general que siempre es necesario tener un grupo control para la comparación en estudios epidemiológicos de exposiciones a neurotóxicos. Particularmente en el caso de los trabajadores se remarcó que resultaba necesario aplicar pruebas en un contexto de test y re-test, de modo tal de establecer un

---

monitoreo temprano en las poblaciones ocupacionalmente expuestas respecto al efecto neurotóxico. Finalmente, concluyeron que es necesario desarrollar una batería de “*screening*” de test breves para utilizar en el campo de la neurotoxicología humana (18), Otros autores, puntualizan que los test neuropsicológicos que producen un mayor tamaño de efecto respecto a la exposición a los plaguicidas más utilizados en los entornos ocupacionales, son los que miden memoria de trabajo/atención, memoria visual, velocidad psicomotora, función ejecutiva y habilidad visuoespacial (9). Se concluye a partir de lo anterior, que las funciones cognitivas sensibles y que resultan afectadas en mayor grado por la exposición ocupacional a plaguicidas son las habilidades no verbales, encontrándose transversalmente en los estudios del área un enlentecimiento del tiempo de reacción, y déficits en el rendimiento en memoria de corto plazo y función ejecutiva en los individuos más severamente afectados.

Sumado a todo lo ya mencionado, es fundamental considerar con la debida importancia la necesidad de realizar un monitoreo constante del funcionamiento neurocognitivo de los trabajadores en el ámbito laboral de la agricultura, ya que existe amplia evidencia de que la exposición prolongada a pesticidas tiene efectos dañinos en el sistema nervioso, y específicamente puede aumentar el riesgo de enfermedades neurodegenerativas. De hecho, un creciente cuerpo de evidencia indica que la exposición a pesticidas podría aumentar el riesgo de desarrollar la Enfermedad de Parkinson (19, 20, 21). Además, los estudios de cohortes de población longitudinal han demostrado que la exposición ocupacional a los pesticidas aumenta el riesgo de desarrollar demencia y enfermedad de Alzheimer (EA) en la vida adulta (22).

De modo más específico, se han descrito distintos tipos de Trastornos Neurotóxicos asociados a la exposición a OP: 1) El Síndrome colinérgico, 2) El Síndrome Intermedio, 3) La polineuropatía inducida por OP, y 4) Los trastornos neuropsiquiátricos por exposición crónica a OP. Los primeros dos trastornos son usualmente detectados ante una intoxicación aguda en los centros de atención de salud de urgencia, recibiendo el correspondiente tratamiento y registro. No obstante, el tercer y cuarto tipo de trastorno recién mencionado requerirían un monitoreo más en detalle, y nos parecen a los cuales cabría apuntar a detectar sospecha desde la eventual aplicación de una batería de *screening*. La polineuropatía inducida por OP se puede dar por exposición única a OP, y

sus efectos aparecen 10-20 días después. Se presenta como pérdida de función y ataxia, con adormecimiento de extremidades, debilidad y dolor muscular, y por fosforilación de la esterasa neurotóxica. A su vez, los trastornos neuropsiquiátricos por exposición crónica a OP involucran un deterioro en el desempeño neuroconductual, apareciendo con retraso en el tiempo y persistiendo por un largo tiempo, sugiriendo un daño permanente en el SNC. Se presenta además un déficit cognitivo, incluyendo deterioro en la memoria, concentración y aprendizaje, atención, procesamiento de la información, tiempo de reacción.

En Chile, son escasos los estudios en el área. Entre estos, destaca el realizado en el Maule (19), en el cual se utilizaron escalas completas para medir los efectos neurocognitivos (Escala de Inteligencia para adultos de Wechsler, WAIS-IV). Esto, si bien resulta recomendable en términos de tener una noción más específica y profunda del rendimiento y del perfil cognitivo, implica un mayor tiempo de aplicación y de interpretación de los resultados, siendo difícil el poder adoptarlas como prueba de *screening* y monitoreo por la cantidad de recursos humanos y financieros, tanto a nivel organizacional como individual.

A partir de todo lo anterior, queda establecido que resultaría necesario desarrollar una prueba económica, de fácil aplicación y validada a nivel nacional con población ocupacional agrícola para el monitoreo temprano de los efectos cognitivos de la exposición a plaguicidas en entornos ocupacionales, enfocándose directa y específicamente en la evaluación de las áreas cognitivas que se han reconocido como más sensibles en los efectos adversos para la salud de los trabajadores, de modo tal de realizar una vigilancia efectiva en el contexto de esta exposición ocupacional. Según lo expuesto, el objetivo de este estudio es validar una batería de instrumentos de *screening* para el monitoreo de efectos neurotóxicos ante la exposición a en trabajadores agrícolas, para ser utilizada en la detección temprana de sospechas de alteración cognitiva ante exposición crónica ocupacional a agrotóxicos.

---

## METODOLOGÍA

### Participantes:

La población del estudio correspondió a trabajadores de la región del Maule (N=461.432) de los cuales 106.507 corresponden a ocupados en la agricultura (Yañez, 2016). El tamaño de la muestra se estimó a partir de la cantidad total de trabajadores del Maule, considerando como parámetros una heterogeneidad de 50% con un margen de error de 5% y con un nivel de confianza del 95%, resultando un N=384. Ante eventuales pérdidas, se consideró para el tamaño muestral un sobremuestreo mínimo de 20%, con lo cual la muestra estimada inicialmente fue de 460 trabajadores. Durante los años 2017 y 2018, finalmente se llegó a obtener una muestra de 664 trabajadores en la investigación, con la aplicación del instrumento de medición a 284 trabajadores agrícolas de la región del Maule y 380 trabajadores no agrícolas de la región metropolitana y de la quinta región (ver figura 1). Luego de realizar un primer análisis exploratorio de los datos, se descartaron los casos inválidos o con datos perdidos, llegando a una muestra total para el análisis de 539 trabajadores.

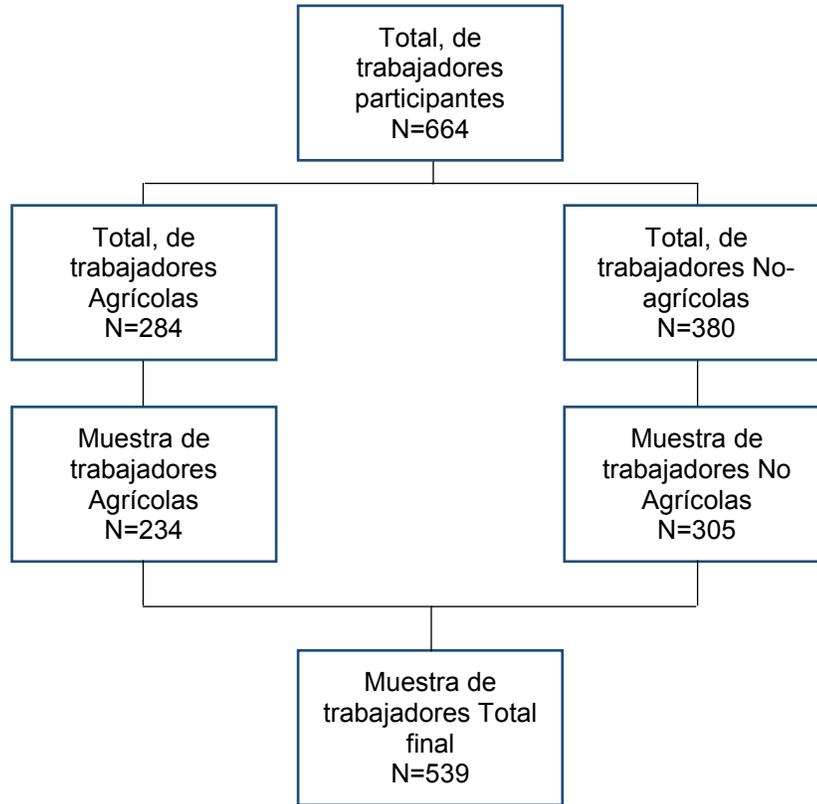
Para el caso en específico del análisis de confiabilidad test-retest, se contó con una submuestra partir de los casos válidos para el análisis (correspondientes a los trabajadores a los cuales se les pudo aplicar tanto el test como el retest), asignándose aleatoriamente submuestras equivalentes para el grupo expuesto y control (n = 193 cada uno), con una muestra final total de N = 386, correspondiente al 72% de la muestra total incluida en el análisis del instrumento. Todos los sujetos dieron su consentimiento informado por escrito de acuerdo con el protocolo de investigación (aprobado por el Comité de Ética de Mutual de Seguridad CChC).

Para el grupo de exposición (n = 284), se reclutaron trabajadores de las empresas agrícolas de la región de Maule que fueron contactadas y aceptaron participar en el estudio. Aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron seleccionados al azar. Como criterios de inclusión para el grupo de exposición, se consideró que los participantes debían ser trabajadores agrícolas permanentes, mayores de 18 años, hombres y mujeres, debían haber estado expuestos a plaguicidas directa o indirectamente durante al menos 2 años y no presentar alteraciones de salud significativas en el momento del estudio (enfermedades metabólicas, o cualquier

condición que pueda afectar la interpretación de los resultados). A su vez, se consideraron los siguientes criterios de exclusión: trabajadores agrícolas de temporada, menores de 18 años o personas con problemas de salud que podrían afectar la interpretación de los resultados del estudio. Toda esta información se recopiló a través de una entrevista inicial basada en un cuestionario de exposición ya validado en Chile por el equipo de la Universidad Católica del Maule en un estudio anterior (23) que establecía si el trabajador cumplía las condiciones para participar del estudio.

Por otro lado, para el grupo de control ( $n = 380$ ), los participantes fueron seleccionados al azar de empresas constructoras con sitios ubicados en otras regiones del país y en lugares alejados de los campos agrícolas (Santiago y Viña del Mar). Estos trabajadores debían cumplir con los siguientes criterios: ser trabajadores no agrícolas, mayores de 18 años, que no han trabajado en labores agrícolas en los últimos cinco años y que no han tenido exposición ocupacional a ningún tipo de neurotóxico. Esta información se recopiló también mediante un breve cuestionario, que establecía si el trabajador no había estado expuesto alguna vez, y cumplía o no con las condiciones para ser parte del estudio (Anexo 2). Luego de realizar un primer análisis exploratorio de los datos, finalmente al descartar los casos inválidos o con datos perdidos, se llega a una muestra total para el análisis de 539 trabajadores.

---



**Figura 1.** Número de participantes del estudio y muestra de trabajadores agrícolas y no agrícolas.

### **Técnicas de recolección de la Información:**

Para la selección de los test a incluir en la batería específicamente como medidas sensibles ante los efectos de plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa (velocidad de procesamiento, atención, memoria visual), en primer lugar, se estableció su validez de contenido a partir una etapa de identificación de los constructos a medir por medio de revisión de la literatura del área (42 artículos), y en una segunda etapa a través de juicio de expertos, por medio de la evaluación realizada por tres jueces expertos en el estudio y evaluación neuropsicológica con una experiencia promedio de 14 años de trabajo en el área. Se adjunta en Anexo 2 la pauta de evaluación que cada juez experto utilizó para la determinación de la validez de contenido respecto a los constructos de interés para incluir en el instrumento. Luego de la revisión de la literatura y entrevista con expertos se determinó incluir el dibujo del reloj, la batería de evaluación frontal y el test del trazo (Trail Making A y B), los cuales se resumen a continuación, en la tabla 1.

**Tabla 1.** Test Neuropsicológicos y las funciones que evalúan cada uno.

<b>Test</b>	<b>Función medida</b>
Clock Drawing Test (CDT) (Mendez & Underwood, 1992[24])	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad visuoperceptual</li> <li>• auto-monitoreo</li> <li>• Secuenciación numérica</li> <li>• ejecución motora</li> <li>• atención selectiva/focalizada.</li> </ul>
Frontal Assessment Battery (FAB) (Dubois, Slachevsky, Litvan & Pillon, 2000[25])	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razonamiento abstracto</li> <li>• fluidez léxica y flexibilidad mental</li> <li>• control ejecutivo de la acción motora</li> <li>• autorregulación y resistencia a la interferencia</li> <li>• control inhibitorio</li> <li>• autonomía respecto al ambiente.</li> </ul>
Trail Making Test (TMT). Part A and part B.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad visuoespacial.</li> <li>• Velocidad de procesamiento.</li> <li>• Atención y funciones ejecutivas.</li> </ul>

El cuadernillo del instrumento breve aplicado y que incluye las tres pruebas se adjunta en el anexo 5. De modo más específico cada uno de los tests se describe a continuación.

### 1. Clock Drawing Test (CDT)

EL CDT es una prueba simple, y que toma muy poco tiempo en ser corregida y puntuada. Consiste en una prueba de lápiz y papel, y la instrucción básica es que la persona dibuje un reloj con las manecillas apuntando a las once y diez. Está compuesto por 20 ítems, los cuales se puntúan uno o cero, dependiendo si cumple o no con lo indicado para cada ítem en específico, siendo por tanto su puntaje máximo de 20 puntos. Para un análisis más específico de este instrumento, se han agrupado además sus ítems dicotómicos en puntajes agregados a partir del estudio de Méndez y cols. De 1999. Estos autores, al realizar correlaciones con otros instrumentos neuropsicológicos establecieron 3 grupos de ítems. El primer grupo (ítems 1, 3, 4, 6, 9, 14, 16 - 20) se asoció fuertemente con mediciones de la habilidad visuoperceptual. Un segundo grupo de ítems (2, 5, 8 y 11) se asoció de manera importante con las medidas de la atención.

Un tercer grupo de ítems (7, 10, 12, 13,15) no se asoció con ningún test neuropsicológico en el estudio de los autores mencionados más arriba, considerándolo como un grupo de ítems que miden secuenciación numérica. En base a estos 3 grupos es que también dividiremos para los análisis los ítems, siendo obtenidos por tanto un subpuntaje para el CDT en habilidad visuoperceptual (CDTVP), otro subpuntaje en atención (CVATN), un subpuntaje en secuenciación numérica (CVPNum), y un puntaje total agregado a partir de los 20 ítems. Como criterio para interpretar un deterioro visuoperceptual se consideran 3 o más errores. Los sujetos con rendimiento normal tienen 2 o menos errores.

## **2. Frontal Assessment Battery (FAB)**

El FAB consiste en un test breve que toma no más de 10 minutos en ser aplicado, y está compuesto por seis ítems que exploran distintas habilidades (ver tabla 1) asociadas a las funciones del lóbulo frontal, permitiendo identificar disfunciones ejecutivas, pudiendo ser útil para detectar enfermedad de Alzheimer, Enfermedad de Parkinson, y de modo más específico, parálisis supranuclear progresiva (PSP). Cada uno de los ítems se puntúa de cero a tres puntos. No existe interpretación entregada por los autores más allá de una general, en cuanto a que el FAB arroja un puntaje compuesto global, el cual permite evaluar la severidad de la disfunción ejecutiva y podría sugerir un patrón descriptivo de este además de acuerdo a los ítems específicos con peor o mejor rendimiento.

## **3. Trail Making Test (TMT)**

El TMT está compuesto de dos partes, A y B. El TMT-A requiere que el individuo dibuje líneas conectoras siguiendo una secuencia de 25 números encerrados en un círculo distribuidos de forma desordenada en una hoja de papel. Para el caso del TMT-B, la tarea es similar, excepto que la persona debe realizar las líneas conectoras alternando entre números y letras para seguir la secuencia (por ej. 1, A, 2, B, 3, C, etc.). El puntaje obtenido corresponderá al tiempo en el cual se completó la tarea con la secuencia completa conectada a través de las líneas dibujadas por la persona evaluada. Se toman

como puntos de corte para sospecha de anormalidad en el caso del TMT-A un puntaje de 78 segundos o más, y en el caso del TMT-B un puntaje de 273 segundos o más. Se debe tener en cuenta que los puntajes que arroja el TMT son en dirección opuesta a los otros en los cuales un menor puntaje refleja un menor rendimiento. En el caso del TMT es a la inversa, ya que, al considerar el tiempo para completar la tarea como puntaje, un menor rendimiento estará representado por un puntaje más alto, el cual refleja mayor demora en completar la secuencia solicitada.

Además de las pruebas recién descritas, para comparar el rendimiento obtenido en la batería también se aplicó como Gold Standard la escala completa WAIS-IV a un 21% de la muestra de trabajadores agrícolas (n=41). La aplicación de esta escala tomó alrededor de una hora y media a dos horas por cada trabajador.

Cabe consignar que antes de la aplicación de la batería al grupo completo de trabajadores, se procedió a realizar una aplicación piloto de ésta a seis trabajadores agrícolas de modo tal de establecer las estrategias y métodos que desarrollan las personas para completar las pruebas y el porcentaje que fueron capaces de responder adecuadamente ante la consigna de la batería. Basado en el desempeño de esta muestra piloto, se constató el adecuado funcionamiento de la batería, no siendo necesario el realizar modificaciones y ajustes al cuadernillo ya elaborado previamente.

Por otra parte, los ayudantes de investigación pasaron por un período de entrenamiento intensivo en el laboratorio del Centro de Neuropsicología y Neurociencias cognitivas de la Universidad Católica del Maule, previo a la aplicación de la batería (Anexo 4). El programa general de entrenamiento incluyó contenidos introductorios de la evaluación neuropsicológica, revisión de los objetivos de cada test de la batería, demostraciones y talleres prácticos. Se les preparó además para la resolución de eventuales dificultades que pudieran surgir al aplicar la batería, y qué es lo que debía responder a los sujetos durante la aplicación si es que estos realizan preguntas, de modo de establecer criterios estándar de aplicación para todos los evaluadores. Se adjunta en anexo 4 registro fotográfico de dichos entrenamientos.

La versión final de la batería fue aplicada en los trabajadores participantes del estudio en dos ocasiones, con un lapso intermedio de dos a tres semanas. Todos los test fueron

---

completados en los lugares de trabajo de los participantes, en donde se facilitó por parte de la empresa un espacio especial para aplicar la batería, siendo evaluada una persona por un evaluador del equipo de investigación cada vez (Anexo 5).

### **Análisis de los datos:**

El análisis estadístico de los datos se realizó a través del software R-Studio y SPSS V.24. En cuanto a los resultados de los test, previo al análisis de los datos se revisó el 100% de los protocolos por parte de un co-investigador y además un asistente de investigación, para chequear que se habían registrado y corregido correctamente. Se realizó un exhaustivo análisis exploratorio de la base de datos para detectar la existencia de casos inválidos o perdidos en las variables de interés. Se analizó la normalidad de la distribución para cada una de las variables asociadas a la prueba a través del estadístico de Shapiro-Wilk. De acuerdo a esto se estableció dependiendo de las características de la distribución la aplicación de pruebas paramétricas o no paramétricas en el análisis de los resultados. Se utilizaron test de correlaciones no paramétricos (rho de Spearman) para evaluar el test - retest, y la consistencia interna se analizó a través del coeficiente de Alfa de Cronbach, para la batería completa y luego para cada uno de los tests por separado. Para el análisis de la Validez de constructo se utilizó análisis Factorial, extrayendo los autovalores (eigenvalues) mayores a uno, aplicando un máximo de 25 iteraciones para obtener la convergencia. Luego se aplicó una rotación Varimax para generar la solución factorial rotada, considerando también un máximo de 25 iteraciones para llegar a la convergencia. Se realizó un análisis de la sensibilidad y especificidad a partir de los casos positivos y negativos de deterioro cognitivo a una submuestra de 41 trabajadores a los cuales se les aplicó como Gold Standard la prueba WAIS-IV. Esta corresponde a una escala de inteligencia compuesta por 10 subescalas, la cual arroja un puntaje total que luego de ser transformado a puntaje estándar, representa el coeficiente intelectual del evaluado. Este índice es el que se consideró para el análisis de casos positivos de deterioro cognitivo, asumiendo como punto de corte un Coeficiente Intelectual (CI) total de 79, el cual corresponde a la categoría limítrofe. Además de lo anterior, se realizó la estimación de los valores normativos de la escala breve por grupo

etario y nivel educacional a partir de los percentiles representados por cada puntaje estratificado.

### **Consideraciones éticas:**

El protocolo de Investigación y el consentimiento informado fueron sometidos a evaluación y aprobador por el Comité de ética científico de la Mutual de Seguridad, el cual es un comité acreditado. Se cauteló el cumplimiento de los principios éticos que resguardan la investigación con seres humanos en cuanto a la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia, la confidencialidad, la clarificación en torno a riesgos potenciales y la justicia. La especificación y comunicación en torno a lo anterior fue transmitido a cada uno de los participantes a partir de la aplicación y lectura del consentimiento informado, en consideración a los siguientes puntos:

1. La participación en el estudio era de carácter completamente voluntaria.
  2. Información de porqué se realizaba la investigación, quien la financiaba, qué es lo que se le solicitaría concretamente respecto a su participación y cuáles eran las condiciones de inclusión para participar en el estudio.
  3. Los trabajadores estaban al tanto de que las empresas no tendrían acceso a ninguno de sus datos personales o a los resultados individualizados del estudio, manejándose todos sus datos para el análisis de los datos a través de un código, cuidando al máximo la confidencialidad respecto a la información entregada
  4. Se clarificó que tenía total libertad para abandonar el estudio en cualquier momento, sin que esto conllevara ningún tipo de repercusión negativa.
  5. Se les aclaró que los costos de traslado serían cubiertos íntegramente por los fondos de la investigación, por lo cual ningún trabajador que voluntariamente quisiera participar del estudio quedaría fuera por motivos económicos.
  6. Se entregaron los datos de contacto de la persona encargada para que el participante se comunicara directamente si es que tenía alguna duda o ante cualquier situación que estimase necesaria.
-

## RESULTADOS

### 1. Análisis Descriptivo

Se consideraron en el análisis final 539 trabajadores, siendo 234 de ellos agrícolas y 305 no agrícolas. Las características sociodemográficas de las muestras por grupo se muestran a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los participantes que componen la muestra de cada grupo

	Grupo	
	Agrícola (n=234)	No Agrícola (n=305)
Edad Promedio(DS)	46,26 (12,04)	41,13 (13,40)
Porcentaje de sexo femenino(%)	20,5%	6,2%
Ingreso promedio mensual	\$ 426.646	\$ 715.050
Nivel educacional		
Analfabeto	0.9%	1.0%
Básica(incompleta)	25.2%	10.8%
Básica (completa)	34.6%	16.4%
Media (incompleta)	12.4%	21.3%
Media (completa)	26.9%	44.3%
Profesional o técnico	0.0%	6.2%

Se describe a continuación los estadísticos descriptivos respecto a los puntajes obtenidos por cada grupo para cada uno de los test aplicados (Tabla 3). Todas las pruebas aplicadas tuvieron un 100% de completación, a excepción del TMT-B, el cual tuvo en el caso de los trabajadores agrícolas un 17,5% (n=41) de casos inválidos en test y un 16%(n=31) para el retest. A su vez, para el grupo de trabajadores no agrícolas esto resultó en un porcentaje menor, con un 9,2%(n=28) de casos inválidos en el test TMT-B y un 4%(n=7) para el retest TMT-B. Las pérdidas asociadas a casos inválidos se dieron fundamentalmente en participantes que tenían menor educación y por lo tanto no manejaban conocimiento suficiente respecto al alfabeto y su secuencia. A partir de un análisis exploratorio preliminar también se realizó un análisis de valores atípicos, habiendo sido eliminado un caso en el grupo de trabajadores agrícolas, y dos casos en el grupo No agrícola. Para el caso del TMT-B, en consideración a lo realizado por Lucas

y cols. (26) se estableció un tiempo límite de 300 segundos para la completación de la prueba. A todos los participantes que requirieron más que este tiempo permitido se les asignó un tiempo de 301 segundos, tanto si ocurría en test o en retest. En el grupo agrícola esto fue necesario sólo en tres casos (1%), mientras que en el grupo agrícola se presentaron 8 casos en esta situación (3,4%).

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos test aplicados por grupo de trabajadores

	Grupo											
	Agrícola(n=234)						No Agrícola(n=305)					
	Obs.	M	DS	MED	Min	Max	Obs.	M	DS	MED	Min	Max
<b>CDT VP</b>	234	9,49	1,724	10	0	11	305	9,95	1,494	10	1	11
<b>CDT ATN</b>	234	3,53	0,759	4	0	4	305	3,77	0,584	4	0	4
<b>CDT NUM</b>	234	4,47	1,187	5	0	5	305	4,73	0,823	5	0	5
<b>CDT Total</b>	234	17,49	3,175	19	1	20	305	18,45	2,536	19	1	20
<b>FAB 1</b>	234	1,93	0,893	2	0	3	304	2,15	0,831	2	0	3
<b>FAB 2</b>	234	1,96	0,978	2	0	3	304	2,19	0,853	2	0	3
<b>FAB 3</b>	234	2,48	0,819	3	0	3	304	2,67	0,652	3	0	3
<b>FAB 4</b>	234	2,56	0,780	3	0	3	304	2,70	0,648	3	0	3
<b>FAB 5</b>	234	2,26	0,999	3	0	3	304	2,47	0,915	3	0	3
<b>FAB 6</b>	234	2,95	0,282	3	0	3	304	2,97	0,256	3	0	3
<b>FAB total</b>	234	14,13	2,894	15	5	18	304	15,17	2,462	16	5	18
<b>TMT-A</b>	234	63,38	34,412	56	11	285	304	54,13	29,864	48	16	301
<b>TMT-B</b>	193	141,10	63,634	128	31	401	277	122,63	67,953	103	32	301

Obs.=Número de observaciones; M=media; DS= Desviación estándar; MED=mediana.

Así mismo a continuación se describe la distribución de los puntajes a través de los percentiles para cada uno de los test aplicados (Tabla 4)

**Tabla 4.** Percentiles correspondientes a puntajes obtenidos por cada grupo

	Grupo													
	Agrícola(n=234)							No Agrícola(n=305)						
	Percentiles							Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95	5	10	25	50	75	90	95
<b>CDT</b>	10	13	17	19	20	20	20	13	16	18	19	20	20	20
<b>FAB</b>	8	10	13	15	16	17,5	18	10	12	14	16	17	18	18
<b>TMT-A</b>	130	99	72	56	43	34	30	109	90	65	48	35	27	24
<b>TMT-B</b>	264	235	175	128	98	74	66	255	210	145	103	80	58	51

Se realizó un análisis de la normalidad de la distribución de los puntajes para cada una de las pruebas, a través de la prueba estadística de Shapiro-Wilk (Tabla 5), resultando rechazada la hipótesis nula que plantea que la distribución es normal, concluyéndose por tanto que los datos en cada una de las pruebas no corresponden a una distribución normal. A partir de lo anterior entonces, correspondientemente los análisis de asociación o comparación de medias se realizarán a través de estadísticos no paramétricos (rho de spearman y U de Mann Whitney).

**Tabla 5.** Prueba de normalidad y resultados para cada test

Test	Shapiro-Wilk	Valor p
CDT	0,686	0,000
CDT VP	0,720	0,000
CDT ATN	0,552	0,000
CDT NUM	0,434	0,000
FAB	0,901	0,000
TMT-A	0,778	0,000
TMT – B	0,867	0,000

### Validez de Contenido:

Para el desarrollo del instrumento y la determinación de su validez de contenido se procedió a realizar como primer paso la identificación de los dominios de constructos que deberían ser incluidos en la medición. Esto fue evaluado cualitativamente a partir de revisión extensiva de la literatura respecto a los efectos neurotóxicos de los plaguicidas OP en población ocupacional y de instrumentos breves para medición de estos. A partir de esta revisión, se determinan los siguientes constructos de interés para la medición: Memoria de Trabajo, habilidad visuoespacial, atención selectiva, atención focalizada, velocidad de procesamiento, capacidad de planificación, capacidad de organización, procesamiento simultáneo, control inhibitorio y auto-monitoreo. En cuanto a los instrumentos breves, luego de revisión de la literatura y entrevista con expertos se determina incluir el dibujo del reloj, la batería de evaluación frontal y el test del trazo (Trail Making A y B). En una segunda etapa de examinación de la validez de contenido se determinó la delimitación conceptual de los constructos a partir de juicio de expertos. Los jueces tuvieron total acuerdo (100%) respecto a que el *Clock Drawing test* medía *habilidad visuoespacial*, y acuerdo parcial (75%) en cuanto a que medía atención

sostenida, capacidad de planificación, capacidad de organización y control inhibitorio. Respecto al *FAB*, tuvieron total acuerdo (100%) en cuanto a que medía *capacidad de planificación y control inhibitorio*, y acuerdo parcial (75%) en cuanto a que medía la memoria de trabajo, atención sostenida, y capacidad de organización. En el caso del *TMT-A*, existió total acuerdo (100%) entre los jueces respecto a que correspondía a una medida de *velocidad de procesamiento*, y acuerdo parcial (75%) en cuanto a que correspondía a una medida de atención focalizada y selectiva, de capacidad de planificación, control inhibitorio y habilidad visuoespacial. Finalmente, para el *TMT-B* hubo acuerdo total (100%) en cuanto a que correspondía a una medida de *Memoria de Trabajo y atención sostenida* y parcial (75%) en cuanto a que media auto-monitoreo.

**Tabla 6.** Síntesis de Valoraciones en base a criterio de acuerdo inter-jueces por test y habilidad evaluada

Test	Habilidades evaluadas										Total
	VE	MT	AS	AF	VP	CP	CO	PS	CINH	AM	
<b>CDT</b>	1,0	-	0,75	-	-	0,75	0,75	-	0,75	-	4,0
<b>FAB</b>	1,0	0,75	0,75	-	-	1,0	0,75	-	1,0	-	5,25
<b>TMT-A</b>	0,75	-	0,75	0,75	1,0	0,75	-	-	0,75	-	4,75
<b>TMT-B</b>	-	0,75	0,75	-	-	-	-	-	-	0,75	2,25
<b>Total</b>	2,75	1,5	3	0,75	1	2,5	1,5	-	2,5	0,75	16,25

VE=Habilidad visuoespacial; MT=Memoria de Trabajo; AS= Atención selectiva; AF = atención focalizada; VP=Velocidad de procesamiento; CP=Capacidad de planificación; CO=Capacidad de organización; PS= Procesamiento Simultáneo; CINH=Control inhibitorio; AM=Auto-monitoreo.

A partir del criterio inter-jueces desde las valoraciones otorgadas por estos a cada test y la habilidad que consideraban que evaluaba, se observa que los tests con mayor peso relativo otorgado son en orden descendente el FAB, TMT-A y el CDT (tabla 6). El TMT-B como se puede observar es el test con menor peso respecto a los constructos de medición evaluados. Cabe mencionar también que la habilidad de procesamiento simultáneo no tuvo acuerdo inter-jueces para ninguno de los tests, por lo tanto, se concluye que no es parte de los constructos que evalúa la prueba. Aparte de la recién mencionada, las habilidades con menor nivel de acuerdo inter-jueces en cuanto a lo que mediría la batería son atención focalizada y auto-monitoreo. Las habilidades con mayor peso relativo en la batería son habilidad visuoespacial, atención selectiva, capacidad de planificación y control inhibitorio.

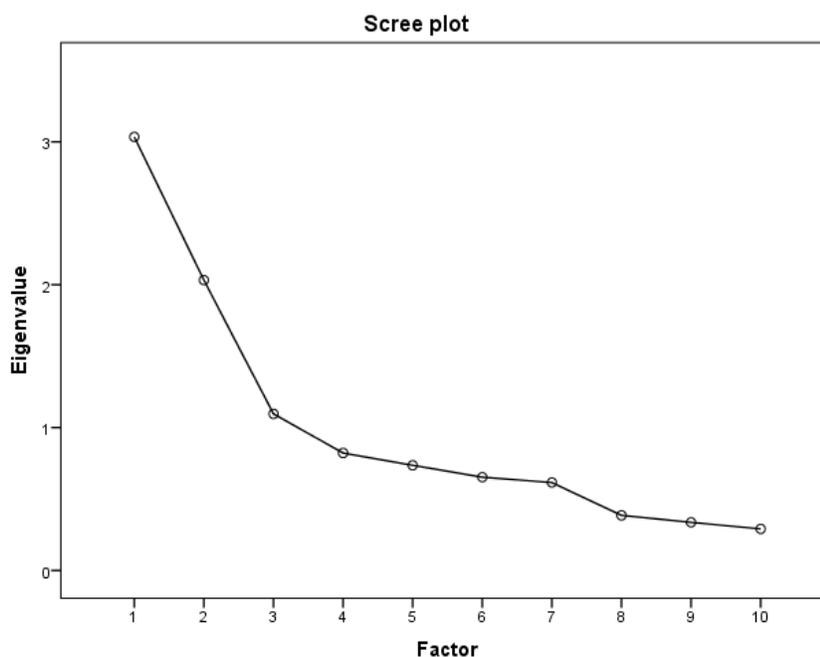
## **Consistencia Interna**

Para el análisis de la confiabilidad en términos de la consistencia interna de la prueba y los subtest por separado se utilizó la medida del coeficiente de Alfa de Cronbach, a excepción del TMT-A y TMT-B ya que su puntaje correspondía a los tiempos que tomaba en completar la tarea, no existiendo ítems escalares que se puedan analizar en dicho caso. Para el caso del CDT se observa un coeficiente de alfa de Cronbach=0,838, mostrando por tanto una alta consistencia interna para los 20 ítems de puntuación que lo componen. En el FAB, resultó un valor inicial de consistencia interna con un alfa de Cronbach=0,606. En este caso se observa que al eliminar el ítem 6 del FAB, la consistencia interna aumenta a un alfa de Cronbach= 0,633, el cual se categoriza como satisfactorio. Por ello, para el caso de la población ocupacional evaluada resulta recomendable no considerar este ítem número 6 del FAB en la composición de la escala para los análisis restantes.

## **Validez de Constructo**

La validez de Constructo de la escala se estimó a partir de análisis factorial de los resultados de los puntajes para todos los trabajadores participantes en la muestra (N=539). Se asumieron para este análisis 10 variables inputs, las que incluyen los 3 puntajes del CDT (VP, ATN y Num), los 5 ítems del FAB que resultaron con mejor consistencia interna y los puntajes del TMT-A y TMT-B. La medida de Kaiser-Meyer-Olkin verificó la idoneidad del muestreo para el análisis, resultando en un valor KMO = 0,742, por encima del valor comúnmente recomendado de 0.60. Así mismo, la Prueba de esfericidad de Bartlett resultó en un valor de  $X^2(45) = 1291$ ,  $p < .000$ , lo cual indica que la estructura de correlación es adecuada para poder realizar análisis factoriales. Luego, se utilizó como método de extracción la factorización de ejes principales, ya que los datos de los instrumentos no se distribuyeron normalmente, no siendo recomendable un análisis de máxima probabilidad, ajustándose de mejor forma a este tipo de distribuciones el método de factorización anteriormente mencionado (Costello & Osborne, 2005[28]). A partir de lo anterior, a cada componente se le asignó un puntaje de calidad (eigenvalue o autovalor). Sólo los componentes con un eigenvalue  $\geq 1$  o mayor fueron considerados como representativos de un factor real subyacente. A partir

de este criterio se establece en una primera solución no rotada que resultan tres factores del análisis factorial, los cuales son considerados la sedimentación del modelo de validación de constructo. Los eigenvalues iniciales indicaron que los tres primeros factores explicaron 30,3%, 20,3% y 10,9% de la varianza respectivamente. Los factores desde el cuarto al décimo resultaron apenas superiores a eigenvalue=1, y cada una explicaba entre el 8 y el 2% de la varianza (fig.2). Se aplicó el método de rotación Oblimin directo, con un punto de corte de 0,30 y utilizando el criterio de Kaiser de eigenvalues mayores que 1, resultando finalmente una solución de tres factores como el mejor ajuste para los datos, el cual explica el 61.62% de la varianza.



**Figura 2.** Gráfico de sedimentación con los eigenvalues (autovalores) de cada factor resultante del análisis factorial.

Los resultados de este análisis factorial se resumen en la Tabla 7. El ítem 2 del FAB resultó eliminado, ya que no se integró en ninguna de las soluciones factoriales probadas, con cargas factoriales inferiores a 0,30. Para la representación de los factores resultantes se consideró lo que tenían en común utilizando las etiquetas surgidas desde la valoración de jueces expertos respecto a las habilidades medidas por las pruebas

incluidas en la batería breve. Luego de la interpretación de los componentes del modo descrito, se obtuvieron los siguientes descriptores para cada uno:

Factor 1: Habilidad Visuoespacial y Velocidad de Procesamiento

Factor 2: Capacidad de planificación

Factor 3: Atención selectiva y Control inhibitorio

**Tabla 7.** Análisis Factorial exploratorio de los ítems de la escala breve.

Ítems	Factor*			Dimensión
	1	2	3	
<b>TMT-A</b>	-0,855			<i>Habilidad Visuoespacial y Velocidad de procesamiento</i>
<b>TMT-B</b>	-0,803			
<b>CDT VP</b>		0,761		<i>Capacidad de Planificación</i>
<b>CDT ATN</b>		0,814		
<b>CDT Num</b>		0,791		
<b>FAB1:</b> Semejanzas			0,433	
<b>FAB2:</b> Fluidez Léxica(flexibilidad)				
<b>FAB3:</b> Secuencias (Programación)			0,718	<i>Atención selectiva y control inhibitorio</i>
<b>FAB4:</b> Instrucciones Conflictivas			0,505	
<b>FAB5:</b> Go/noGo			0,494	

\*Se incluyen sólo los valores de las cargas factoriales mayores a 0,30.

A partir de lo establecido en el análisis factorial, se procede a realizar un análisis de comparación de medias entre los grupos expuesto (agrícola) y no expuesto (no agrícola). Para esto se utiliza la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney, debido a que las variables tenían una distribución no normal. A partir de dicho análisis se evidencia que todos los instrumentos de la escala breve evaluada discriminan entre ambos grupos. En todos los test los trabajadores expuestos mostraron medias rankeadas menores que los trabajadores no expuestos. Los resultados de este análisis se detallan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Comparación de medias en rendimiento evaluado por cada test incluido en la solución factorial del instrumento.

Test	Grupo expuesto (Agrícola)	Grupo No expuesto (No Agrícola)	<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
CDT VP	239,26	293.58	28492,5	-4,21	0,000
CDT ATN	242.57	290.23	29266	-4,70	0,000
CDT Num	256.49	279.51	32523,5	-2,60	0,000
FAB adj	240.80	291.59	28851,5	-3,82	0,000
TMT-A	302.04	244.45	27953	-4,26	0,000
TMT-B	267.27	213.36	20598,5	-4,23	0,000

### Validez convergente

Para constatar a través de un Gold Standard la validez convergente de la solución factorial se aplicó la prueba WAIS-IV a un 18% de la muestra de trabajadores expuestos (N=41). A partir de esta muestra se constata a través del test de correlación de rho de Spearman que los tests utilizados tienen una asociación significativa con el rendimiento evaluado a través de la prueba Gold Standard. En primer término, todos los test utilizados se correlacionan significativamente con el puntaje de CI total. Los tests que correlacionan con todos los índices factoriales del WAIS-IV son el FAB ajustado (FABadj) y el TMT-A. El CDT sólo correlaciona con el índice de Razonamiento perceptual, mientras que el TMT-B correlaciona también con el índice de razonamiento perceptual, pero además con el índice de memoria de trabajo. Los resultados del análisis de validez convergente se detallan a continuación en la tabla 9.

**Tabla 9.** Validez convergente de los puntajes de cada uno de los test con los puntajes de CI e índices factoriales del WAIS-IV como Gold Standard.

	CI Total	ICV	IRP	IMT	IVP	CDT	FABadj	TMT-A	TMT-B
<b>CI Total</b>	1.00								
<b>ICV</b>	0.72**	1.00							
<b>IRP</b>	0.76**	0.28	1.00						
<b>IMT</b>	0.78**	0.61**	0.55*	1.00					
<b>IVP</b>	0.63**	0.34*	0.36*	0.29	1.00				
<b>CDT</b>	0.30*	0.42	0.39*	0.20	0.31	1.00			
<b>FABadj</b>	0.47**	0.32*	0.31*	0.49*	0.33*	0.21*	1.00		
<b>TMT-A</b>	-0.57**	-0.40*	-0.51*	-0.32*	-0.49*	-0.29**	-0.45**	1.00	
<b>TMT-B</b>	-0.41*	-0.30	-0.36*	-0.39*	-0,20	-0,25**	-0,49**	-0,70**	1.00

\*= Valor  $p < 0.05$ ; \*\*= Valor  $p < 0.001$

### Análisis de Sensibilidad y especificidad

Para el análisis de sensibilidad de las pruebas que componen la escala breve se utilizó como Gold Standard la prueba WAIS-IV. Para esto se aplicó la escala completa a un 18% de la muestra ( $n=41$ ), fijando como punto de corte un puntaje de 79 o menos en CI total, lo cual corresponde al rango intelectual limítrofe hacia abajo, para los casos positivos de deterioro cognitivo. A su vez, para los casos positivos de cada test, se consideró como grupo de referencia el de menor edad de la muestra (19 a 37 años) con un punto de corte a partir del percentil 25 resultante para cada prueba (CDT=17; FABadj=8; TMT-A=52; TMT-B=124).

Para la evaluación del funcionamiento cognitivo en trabajadores agrícolas, el test CDT mostró un 45% de sensibilidad y un 83% de especificidad. El valor predictivo positivo

(VPP) es de un 50% y el valor predictivo negativo (VPN) de un 81%. En este caso por tanto el puntaje del CDT resultaría mejor en cuanto a asegurar que un trabajador no tiene deterioro cognitivo. Por su parte, el FABadj muestra un 64% de sensibilidad y un 70% de especificidad, con un VPP= 44% y VPN= 84%, mostrando mayor eficacia en asegurar que el trabajador no tiene deterioro cognitivo al igual que el CDT. En cuanto al Trail Making test, el TMT-A muestra un 73% de sensibilidad y un 63% de especificidad, con un 42% de Valor Predictivo positivo (VPP) y un 86% de Valor predictivo negativo (VPN). Por su parte el TMT-B mostró un 43% sensibilidad y 52% de especificidad, un 18% de Valor predictivo positivo (VPP) y un 79% de Valor predictivo negativo (VPN).

---

## Confiabilidad test-retest

Para la estimación de la confiabilidad del instrumento en términos de su estabilidad en el tiempo como medida, se aplicó un retest a los participantes con un período de dos a cuatro semanas luego de la primera evaluación. El análisis se realizó a través de correlación rho de Spearman, resultando todos los coeficientes de estabilidad significativos para la escala. Con esto se comprueba lo planteado en una de las hipótesis del estudio, en cuanto a que la batería mostrará un adecuado nivel de confiabilidad test-retest. Los datos específicos tanto para el grupo de trabajadores agrícolas como de trabajadores no agrícolas se detallan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Confiabilidad (estabilidad) test-retest de los puntajes escalares.

	<b>Obs.</b>	<b>Test-retest</b>	<b>p</b>
<i>Agrícolas</i>			
CDT total	196	0,477	0,000
CDT VP	196	0,475	0,000
CDT ATN	196	0,408	0,000
CDT Num	196	0,420	0,000
FABadj	196	0,421	0,000
TMT-A	194	0,659	0,000
TMT-B	164	0,733	0,000
<i>No Agrícolas</i>			
CDT total	193	0,553	0,000
CDT VP	193	0,549	0,000
CDT ATN	193	0,445	0,000
CDT Num	193	0,440	0,000
FABadj	193	0,384	0,000
TMT-A	193	0,726	0,000
TMT-B	177	0,660	0,000

## **Datos normativos de la escala para trabajadores agrícolas estratificados por edad y nivel educacional**

Antes de destacar los datos normativos estratificados por edad y nivel educacional, presentaremos algunas de las características de la muestra de trabajadores agrícolas. Dentro del grupo de trabajadores agrícolas incluido en la muestra (N=234) un 28% de ellos está actualmente aplicando plaguicidas y un 37,25% ha realizado la última aplicación hace dos años o menos. En cuanto a la modalidad de trabajo como aplicador de plaguicidas, un 28% lo realiza sólo por temporadas y un 13,7% aplica de manera permanente. Al indagar el tiempo que lleva aplicando plaguicidas se constata que un 27% ha aplicado desde hace 10 años o menos, y un 21,4% desde hace más de 10 años. Un 33,3% de los trabajadores declara poseer credencial de aplicador de plaguicidas.

A su vez, en cuanto a los riesgos de salud un 57,7% de los trabajadores agrícolas declara que es conocedor de los riesgos para su salud, y un 50,4% declara estar capacitado sobre estos riesgos. Respecto al uso de elementos de protección personal (EPP), un 42,3% declara utilizarlos al realizar la mezcla, y un 44% declara que se cambia la ropa una vez terminada la aplicación. En cuanto a intoxicaciones, sólo un 7,7% refiere haber tenido una intoxicación, un 3,4% haber estado hospitalizado por intoxicación con plaguicidas, y un 15% haber sentido síntomas de mareos, náuseas, fatiga, vómito y/o salivación al aplicar plaguicidas. En cuanto a los exámenes de vigilancia de salud, un 38,5% de los trabajadores declara que se le ha tomado el examen de colinesterasa, y sólo un 3,8% responde que los resultados de los exámenes de colinesterasa han resultado alterados.

Para establecer la necesidad de estratificación se realizó un análisis de correlaciones entre las variables sociodemográficas *edad*, *nivel educacional* e *ingreso familiar* con cada una de las pruebas incluidas en la escala breve. A partir de lo anterior, se pudo establecer la asociación de dichas variables con los puntajes escalares, evidenciándose por una parte que no existía relación del ingreso familiar con los puntajes obtenidos, y además que existía una asociación significativa entre los puntajes y la edad y el nivel educacional (ver Tabla 11). Este hallazgo resulta coincidente con la literatura en el área

---

[29-32], y en base a ello es que se procedió a realizar la estratificación de las normas a partir de estas dos variables.

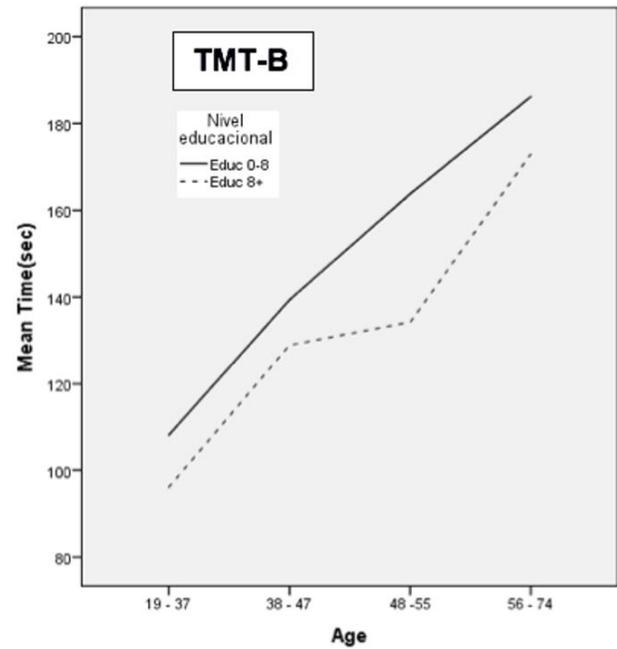
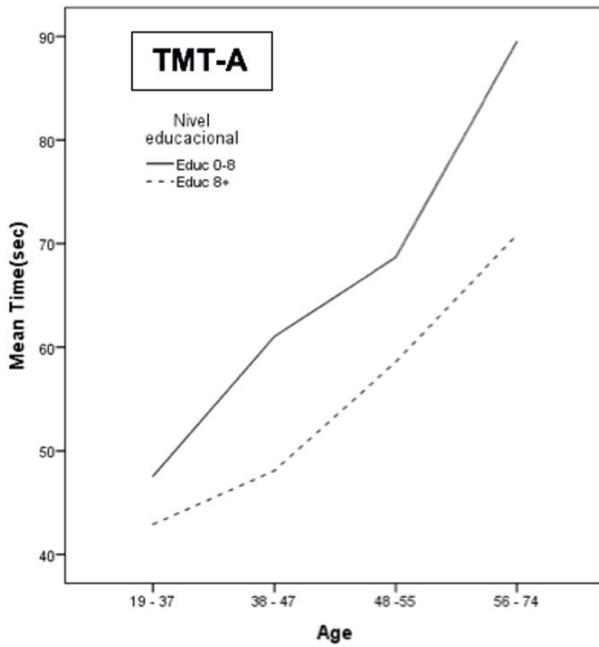
**Tabla 11.** Correlaciones de Edad, educación e ingreso familiar con los test de la escala.

	<b>Edad</b>	<b>Educación</b>	<b>Ingreso Familiar</b>	<b>CDT</b>	<b>FABadj</b>	<b>TMT-A</b>
<b>Edad</b>	1,00					
<b>Educación</b>	-0,60**	1,00				
<b>Ingreso Familiar</b>	-0,06	0,06	1,00			
<b>CDT</b>	-0,16*	0,22**	0,04	1,00		
<b>FABadj</b>	-0,35**	0,37**	0,06	0,12	1,00	
<b>TMT-A</b>	0,51**	-0,40**	-0,08	-0,24**	-0,39**	1,00
<b>TMT-B</b>	0,45**	-0,39**	-0,08	-0,21**	-0,46**	-0,65**

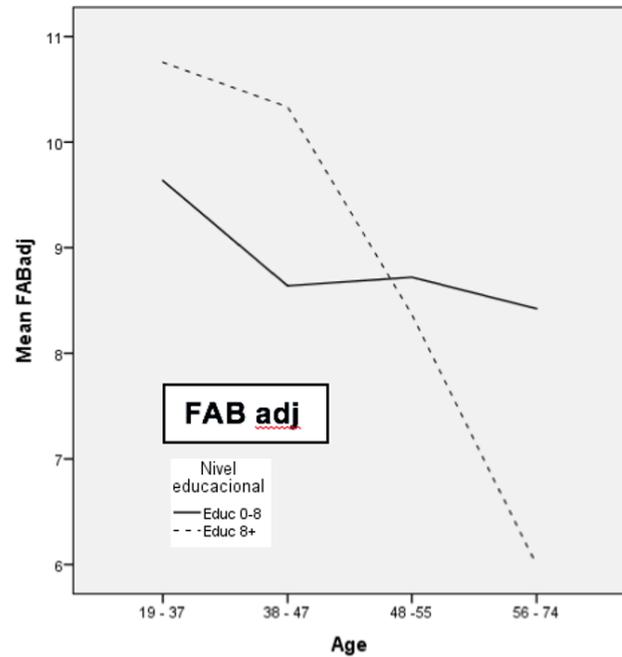
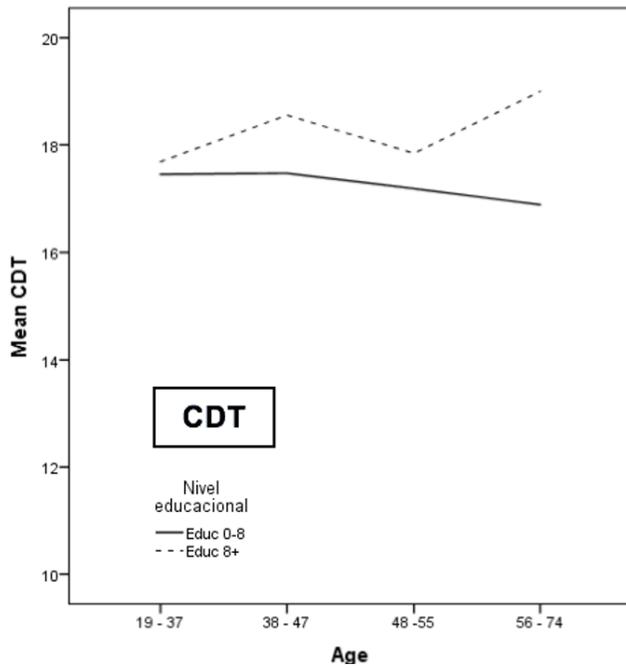
\*= Valor  $p < 0.05$ ; \*\*= Valor  $p < 0.001$

En el caso de la variable edad, se dividió en cuatro grupos a partir de la distribución etaria de la muestra en consideración a los cuartiles observados. Por su parte para el nivel educacional se estratificó en dos grupos, el primero de 0 a 8 años de educación, correspondiendo a participantes que llegaron como máximo a completar el nivel educacional básico completo. El segundo grupo está compuesto por participantes que cursaron entre 8 y 12 años de estudios, teniendo un nivel educacional de enseñanza media incompleta o completa.

En las Figuras 3 y 4 que se muestran a continuación se observan las medias de rendimiento en los test incluidos en la escala breve para cada grupo etario y de acuerdo al nivel educacional, a partir de la estratificación anteriormente descrita. Es evidente que en todas las pruebas existe un deterioro en el rendimiento a mayor edad, siendo sin embargo notoriamente más pronunciado en el caso del grupo con menor nivel educacional.



**Fig. 3.** Desempeño en TMT-A y TMT-B, en función de los cuatro grupos de edad y los 2 niveles educacionales.



**Fig. 4.** Desempeño en CDT y FABadj, en función de los cuatro grupos de edad y los 2 niveles educacionales.

En vista de todo lo anterior, a continuación, en la tabla 12 se presentan los datos normativos de trabajadores agrícolas para la escala breve validada, transformados en percentiles para cada grupo etario y de nivel educacional. Cabe consignar que para el grupo de mayor edad no hubo sujetos con más de ocho años de educación, por lo cual se asumen las normas para dicho grupo etario sólo para personas con ocho o menos años de educación.

**Tabla 12.** Percentiles para los test de la escala breve para cada grupo normativo

Percentil	Educación 0-8 años				Educación 8+ años			
	CDT	FABadj	TMT-A	TMT-B	CDT	FABadj	TMT-A	TMT-B
<b>19 -37 años (n=56)</b>								
95	20	12	33	72	20	12	22	53
90	20	12	33	72	20	12	26	62
75	19	12	34	75	20	12	32	73
50	19	10	39	94	19	11	50	102
25	17	8	52	124	16	10	58	128
10	10	6	67	143	12	9	63	177
5	9	6	67	143	9	8	69	195
<b>38 -47 años (n=63)</b>								
95	20	12	30	81	20	12	27	54
90	20	12	33	90	20	12	30	59
75	19	11	43	109	20	12	37	81
50	18	9	55	135	19	11	45	121
25	18	7	69	183	18	9	57	146
10	12	3	87	248	14	7	80	216
5	6	2	107	294	13	5	87	318
<b>48 -55 años (n=62)</b>								
95	20	11	39	65	20	11	33	73
90	20	11	42	93	20	11	37	79
75	19	11	49	114	20	11	48	107
50	18	9	62	149	19	8	58	129
25	16	8	79	199	17	6	64	168
10	13	5	93	251	14	5	85	194
5	10	2	109	274	12	4	85	194
<b>56 -74 años (n=53)</b>								
95	20	12	36	95	–	–	–	–
90	20	11	45	104	–	–	–	–
75	19	10	58	116	–	–	–	–
50	18	9	79	168	–	–	–	–
25	16	7	104	220	–	–	–	–
10	12	3	143	311	–	–	–	–
5	7	3	197	370	–	–	–	–

## CONCLUSIONES

---

Hemos presentado el proceso y los principales resultados del desarrollo del estudio de validación y confiabilidad de una escala breve de *screening* para medir deterioro cognitivo en poblaciones ocupacionales que se encuentran expuestas a neurotóxicos a través del extendido uso de plaguicidas en nuestro país. Hasta ahora no han existido estudios similares con instrumentos aplicados en Chile con estas características y que permitan conocer de modo específico cómo funcionan con trabajadores agrícolas para el monitoreo de la salud y de eventuales signos de deterioro cognitivo.

En primer lugar, cabe destacar que se ha logrado cumplir con el propósito fundamental de esta iniciativa en cuanto a desarrollar un instrumento que estuviera compuesto por test de dominio público, o sea que no significaran costo económico, que además fueran sencillos de aplicar tanto en cuanto al tiempo como a los materiales requeridos, y que fuera posible de utilizar por personas del mundo de la prevención de riesgo de salud por su facilidad de aplicación y puntuación. El instrumento compendiado cumple con todas las características anteriores, y además se ha probado que posee validez de contenido y de constructo respecto a la medición de habilidades que se asocian con aquellas que de acuerdo a la literatura resultan entre las más deterioradas ante la exposición crónica a plaguicidas neurotóxicos inhibidores de la acetilcolinesterasa, los cuales son los más vendidos y utilizados en Chile en entornos ocupacionales agrícolas. Estas habilidades más afectadas son varias asociadas a las funciones ejecutivas, tales como la atención (sostenida y focalizada), la capacidad de planificación, el control inhibitorio y además la habilidad visuoespacial y de velocidad de procesamiento. A partir del criterio de jueces se constató la validez de contenido de manera positiva, ya que los test breves incluidos abordaban la medición de estas habilidades, y luego se constató su pertinencia a partir de la estructura factorial subyacente con los tres factores que agrupan las distintas partes de la escala: 1) Habilidad Visuoespacial y Velocidad de procesamiento; 2) capacidad de planificación; 3) Atención selectiva y control inhibitorio.

Es destacable además que en el presente estudio se ha podido contar con una medida *Gold Standard* (WAIS-IV) con la cual comparar los puntajes obtenidos desde los test de la escala para observar su validez convergente. En dicho sentido se ha evidenciado que en población ocupacional agrícola el TMT-A es la medida más correlacionada con el nivel de

---

funcionamiento intelectual global en conjunto con el FABadj. Es digno de mencionar que todos los test incluidos en la escala breve se correlacionan o con la inteligencia global o con algún índice del funcionamiento cognitivo medido por el test *Gold Standard*.

Por otra parte, se constató la confiabilidad tanto en términos de consistencia interna de los test de la escala, con valores desde consistencia satisfactoria a alta, como en términos de estabilidad en el tiempo de la medida a través de test-retest. En este último sentido, aun cuando todos los test de la escala mostraron una alta y significativa estabilidad en su aplicación a través del tiempo, el Trail Making test se destaca especialmente en este sentido, siendo el test con mayor estabilidad como medida en población agrícola.

En cuanto a la sensibilidad y especificidad de la escala aplicada a población agrícola es importante tener presente que el instrumento más sensible en términos de screening además es el Trail making Test, debiendo asumirse que el nivel de sensibilidad para los otros test que componen la escala es menor, siendo más destacados en la posibilidad de descartar problemas cognitivos más que en detectar signos de deterioro. Esto se entiende especialmente en el caso del CDT, el cual es esperable que siempre los puntajes se agrupen en su mayoría desde 15 puntos hacia arriba, siendo una diferencia baja la esperable entre aquellos casos que muestran deterioro respecto a aquellos que no lo tienen. Para el caso del FAB, el propio análisis psicométrico ha llevado a disminuir su número de ítems, debido a que poseían poca asociación con los constructos medidos por los otros test y tenían una mínima posibilidad de discriminación. Al aplicar la prueba entonces se mantienen íntegros los ítems y aplicación de modo tradicional para el test CDT y para los test TMT-A y TMT-B, siendo reducido el número de ítems para el test FAB, el cual hemos denominado en su versión más breve acá FABadj, el cual considera sólo 4 de los 6 ítems originales (1, 3, 4 y 5). Para todas estas pruebas y modalidades de aplicación entonces es que corresponden las normas estimadas y compendiadas en este documento respecto a población agrícola en la última parte de la sección de resultados. Por tanto, para la interpretación de la prueba a partir de las normas reportadas aquí, es recomendable seguir la siguiente secuencia:

1. Establecer el grupo etario y nivel educacional de la persona evaluada.
2. De acuerdo a estos datos buscar el grupo normativo al que pertenezca y transformar el puntaje obtenido por el evaluado en cada test al percentil correspondiente.

3. Reportar el resultado a partir de los percentiles obtenido para cada uno de los 3 factores que estarían medidos por cada test de la escala: Habilidad Visuoperceptual y velocidad de procesamiento (TMT-A, TMT-B), Capacidad de planificación (CDT), y atención selectiva y control inhibitorio (FABadj).
4. La interpretación de los percentiles en cuanto a puntos de corte para la derivación a especialista será a partir de lo siguiente:
  - a. Percentil 25: rendimiento bajo el promedio
  - b. Percentil 10: Probable Deterioro.
  - c. Percentil 5: probable problema clínico significativo.
5. Se recomienda que un resultado de percentil 25 o menos en cualquiera de los 3 factores examinados sea derivado para evaluación diagnóstica de especialista para descartar problema clínico.

Se debe considerar una limitación del instrumento para el último grupo normativo, el de mayor edad, en base a que no existían sujetos en la muestra con más de ocho años de estudio. Por tanto, cuando se aplique la escala a personas de más de 56 años, se deberán utilizar los datos normativos disponibles de dicho grupo etario para realizar la transformación de percentiles. Por otra parte, cabe mencionar que si bien el test TMT-B es parte de la escala validada, en nuestro caso observamos que hubo alrededor de un 15% de casos donde no fue posible aplicarlo debido a que requiere el conocimiento de la secuencia del alfabeto. Es esperable que al aplicarlo en población agrícola se encuentre este tipo de situaciones en trabajadores con un muy bajo nivel educacional, ante lo cual convendría suspender la aplicación de esta parte de la escala en particular. También en los casos en que en esta parte de la escala los evaluados se demoraran más de 300 segundos sería recomendable suspender su aplicación ya que han superado lo que de acuerdo a la literatura se consigna convencionalmente como tiempo límite. Esto además resultaría recomendable en consideración a los datos normativos obtenidos en el presente estudio para población ocupacional agrícola ya que hubo un mínimo porcentaje de casos (alrededor de 1%) que tuvieron una demora mayor a ese nivel en completar la prueba, por tanto, de ocurrir, es sugerible suspender la aplicación de TMT-B ya que de todos modos su rendimiento estaría ubicado dentro del 5% de peor rendimiento de acuerdo a la norma.

---

En cuanto a las proyecciones de la presente investigación, cabe mencionar el posible aprovechamiento que se pudiera tener del instrumento en el monitoreo de la salud de los trabajadores agrícolas en los entornos ocupacionales. Hasta la fecha el protocolo de vigilancia ocupacional del Departamento de Salud Ocupacional del Ministerio de Salud involucra para el caso de la exposición a organofosforados la toma de muestra anual de Acetilcolinesterasa plasmática. Este resulta un marcador biológico de exposición, siendo fundamentalmente útil en dicho sentido para conocer los niveles de la enzima en el organismo. Sin embargo, hasta ahora no hay considerados marcadores de efecto para el monitoreo de salud de los trabajadores. El instrumento breve validado en el presente estudio representa una alternativa sencilla, económica (en tiempo y dinero) y efectiva como screening, pudiendo ser aplicado siguiendo las instrucciones del cuadernillo de manera estándar por profesionales que participan en la prevención de riesgos o en la vigilancia de salud ocupacional (por ej. Prevencionistas, enfermeras, etc.), siendo además de rápida interpretación para eventual derivación a especialista para evaluación diagnóstica. Esto resulta conveniente, entendiendo que, tal como se ha mencionado anteriormente, la exposición a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa a lo largo del tiempo resulta en un mayor riesgo de deterioro cognitivo y de enfermedades tales como el Alzheimer o Parkinson. Por tanto, en síntesis, sería recomendable que este instrumento pudiera ser considerado como una alternativa para el monitoreo de salud ya sea por mutualidades o incluso para su uso formal en el protocolo de vigilancia del MINSAL, siendo un instrumento con características únicas y específicas ya que posee normas de trabajadores agrícolas chilenos.

En base a todo lo ya expuesto, se puede concluir que se ha cumplido satisfactoriamente con los objetivos planteados, logrando establecer la validez y confiabilidad de una escala breve para el monitoreo de efectos de salud por exposición ocupacional permanente a neurotóxicos, pudiendo contar por primera vez en Chile con normas específicas para población agrícola, y con instrucciones de aplicación e interpretación de facilitado acceso para su potencial uso ampliado en la prevención de deterioros en la salud de los trabajadores agrícolas.

## REFERENCIAS

---

- 1) Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. FAO, Roma, 2006.p.7. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0220s.pdf>
  - 2) Rozas M. Plaguicidas en Chile. Situación actual y legislación en Curso. [internet]. 2010. Disponible en: <http://sitios.upla.cl/contenidos/wp-content/uploads/2010/08/Mar%C3%ADa-Elena-Rozas.pdf>
  - 3) Rohlman DS, Anger WK, Lein PJ. Correlating neurobehavioral performance with biomarkers of organophosphorous pesticide exposure. *NeuroToxicology*. 2011; 32(2): 268–276.
  - 4) Sánchez-Santed F, Colomina MT, Herrero Hernández E. Organophosphate pesticide exposure and neurodegeneration. *Cortex*, 2016; 74: 417–426.
  - 5) Saunders M, Magnanti B. L, Correia-Carreira S, Yang A, Alamo-Hernández U, Riojas-Rodríguez H, et. al. Chlorpyrifos and neurodevelopmental effects: a literature review and expert elicitation on research and policy. *Environmental Health*. 2015; 11 (Suppl 1): S5.
  - 6) Tshala-Katumbay D, Mwanza JC, Rohlman DS, Maestre G, Oriá RB. A global perspective on the influence of environmental exposures on the nervous system. *Nature*. 2015; 527: S187–92.
  - 7) Kolk A. The social responsibility of international business: From ethics and the environment to CSR and sustainable development. *Journal of World Business*. 2016; 51(1): 23–34.
-

- 8) Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Barr DB, Steenland K, Levy K, Ryan P, et al. Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review. *Neurotoxicology*. 2013; 39: 158–68.
- 9) Ross SM, Mcmanus IC, Harrison V, Mason O. Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review. *Critical Reviews in Toxicology*. 2013; 43: 21–44.
- 10) Lin JN, Lin CL, Lin MC, Lai CH, Lin HH, Yang CH, et al. Increased Risk of Dementia in Patients With Acute Organophosphate and Carbamate Poisoning: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *Medicine*. 2015; 94(29): e1187.
- 11) Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Iglesias V, Muñoz M, Cornejo C, Achú E, et al. Chronic exposure to organophosphate (OP) pesticides and neuropsychological functioning in farm workers: A review. *International Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016; 22(1): 68-79.
- 12) Suratman S, Edwards JW, Babina K. Organophosphate pesticides exposure among farmworkers: pathways and risk of adverse health effects. *Reviews on Environmental Health*. 2015; 30(1): 65–79.
- 13) Anger WK, Cassitto MG, Liang YX, Amador R, Hooisma J, Chrislip D, et al. Comparison of performance from three continents on the WHO recommended Neurobehavioral Core test battery. *Environmental Research*. 1993; 62, 125–47.
- 14) Zhang X, Wu M, Yao H, Yang Y, Cui M, Tu Z, et. al. Pesticide poisoning and neurobehavioral function among farm workers in Jiangsu, People’s Republic of China. *Cortex*. 2016; 74, 396–404.
- 15) World Health Organization. Operational guide for the WHO neurobehavioral. Geneva: WHO, Office of Occupational Health; 1986. Vol. 5, 25.

- 16) Arger WK. Neurobehavioral tests and systems to assess neurotoxic exposures in the workplace and community. *Occup Environ Med.* 2003; 60:531–38.
  - 17) Anger WK, Liang YX, Nell V, Kang SK, Cole D, Bazylewicz-Walczak B, et. al. Lessons learned 15 years of the WHO-NCTB: A review. *Neurotoxicology.* 2000; 21, 837–46.
  - 18) Anger WK. Reconsideration of the WHO NCTB strategy and test selection. *Neurotoxicology.* 2014; 45: 224–31.
  - 19) Gatto, Nicole M., Myles Cockburn, Jeff Bronstein, Angelika D. Manthripragada, and Beate Ritz. "Well-water consumption and Parkinson's disease in rural California." *Environmental health perspectives* 117, no. 12 (2009): 1912-1918.
  - 20) Goldman, Jennifer G., and Postuma, Ron. "Premotor and non-motor features of Parkinson's disease." *Current opinion in neurology* 27, no. 4 (2014): 434.
  - 21) Goldman, Jennifer G., Ian O. Bledsoe, Doug Merkitch, Vy Dinh, Bryan Bernard, and Glenn T. Stebbins. "Corpus callosal atrophy and associations with cognitive impairment in Parkinson disease." *Neurology* 88, no. 13 (2017): 1265-1272.
  - 22) Hayden, Kathleen M., Margaret C. Norton, Dennis Darcey, T. Østbye, Peter P. Zandi, J. C. S. Breitner, and K. A. Welsh-Bohmer. "Occupational exposure to pesticides increases the risk of incident AD: The Cache County study." *Neurology* 74, no. 19 (2010): 1524-1530.
  - 23) Muñoz-Quezada M. T, Lucero B, Iglesias V, Muñoz M. P, Achú E, Cornejo, C, et. al. Plaguicidas organofosforados y efecto neuropsicológico y motor en la Región del Maule, Chile. *Gaceta Sanitaria.* 2016; 30(3):227–31
-

- 24) Mendez, M.F., Ala, T. and Underwood, K.L., 1992. Development of scoring criteria for the clock drawing task in Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40(11), pp.1095-1099.
- 25) Dubois B, Slachevsky A, Litvan I, Pillon BF. The FAB: a frontal assessment battery at bedside. *Neurology*. 2000 Dec 12;55(11):1621-6.
- 26) Lucas JA, Ivnik RJ, Smith GE, Ferman TJ, Willis FB, Petersen RC, Graff-Radford NR. Mayo's older african americans normative studies: Norms for boston naming test, controlled oral word association, category fluency, animal naming, token test, wrat-3 reading, trail making test, stroop test, and judgment of line orientation. *The Clinical Neuropsychologist*. 2005 May 1;19(2):243-69.
- 27) Muñoz-Quezada M, Lucero B, Bradman A, Baumert B, Iglesias V, Muñoz M, Concha C. Reliability and factorial validity of a questionnaire to assess organophosphate pesticide exposure to agricultural workers in Maule, Chile. *International Journal of Environmental Health Research*. 2019; 29 (1): 45-59
- 28) Costello AB, Osborne J. Practical assessment, research & evaluation. *The Journal of Consumer Marketing*. 2005;10(7):1-9.
- 29) Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford Univer. 1995;1.
- 30) Mitrushina, M. N., Boone, K. B., & D'Elia, L. F. *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. New York, NY, US: Oxford University Press. 1999.
- 31) Spreen O, Strauss E. *A compendium of neuropsychological tests*: Oxford University Press. New York. 1998:213-8.
- 32) Tombaugh TN. Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Archives of clinical neuropsychology*. 2004 Mar 1;19(2):203-14.

## APÉNDICE: ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

1. Se realizaron tres Charlas Técnicas en la zona geográfica de la región: Curicó, Talca y Linares, durante octubre de 2018. La siguiente tabla detalla lugar, número de participantes, entre otros. Además se anexa registro fotográfico de cada una de las charlas (Anexo 6).

Ciudad	FECHAS	LUGAR	ASISTENTES
Talca	Jueves 11 de octubre 2018 (10 a 13 horas)	Salón de reuniones, Facultad de Ciencias de la Salud, UCM	10 personas, representantes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola Rijk Zwaan, el Colorado (Jefe de predio y 3 trabajadores)</li> <li>• Agrícola El Manzano, Río Claro (encargada de predio y 3 trabajadores)</li> <li>• Enfermeras encargadas de vigilancia ocupacional Mutual y ACHS</li> </ul>
Curicó	Miércoles 17 de octubre 2018 (10 a 13 horas)	Auditorio Campus Curicó UCM	6 personas, representantes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola Ana María, Curicó (Prevencionista)</li> <li>• Agrícola Fruta sol, Curicó (Gerente y 2 prevencionistas)</li> <li>• Agrícola San Alberto, La obra (2 Trabajadores)</li> </ul>
Linares	Jueves 25 de octubre 2018 (10 a 13 horas)	Auditorio Caja de compensación la Araucana, Linares	3 personas, representantes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola El Nevado, Longaví (Prevencionista)</li> <li>• Agrícola Santa Marta (prevencionista)</li> <li>• Agrícola San Alberto, La obra (2 Trabajadores)</li> </ul>

*Fuente: elaboración propia*

2. Presentación de resultados en congresos internacionales en el área de la salud ocupacional o salud ambiental. El profesor Boris Lucero participó del Congreso ISES-ISEE, en Ottawa-Canadá desde el 26 al 30 de agosto 2018, con el trabajo titulado *Reliability and factor validity of two screening test of Neuropsychological effects on exposed agricultural workers from Maule, Chile*. Se adjunta registro fotográfico de la participación. Por otra parte, la profesora Paula Ceballos participó en el XVI Coloquio Panamericano de Investigación en Enfermería realizado en La Habana, Cuba desde el 05 al 09 de noviembre 2018 con el trabajo titulado *Factores biopsicodemográficos y*

*condiciones de exposición ocupacional a plaguicidas en trabajadores agrícolas.* Se adjunta registro fotográfico (Anexo 7).

3. Realización de seminario regional con participación de expositores connotados a nivel nacional como la Dra. Floria Pancetti Vacarri, Académica de la Universidad Católica del Norte y el Dr. Enrique Paris Mancilla, Decano de la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor (Link: <http://portal.ucm.cl/noticias/presentan-primer-instrumento-monitorea-efectos-cognitivos-trabajadores-agricolas-expuestos-plaguicidas>). Además se extiende invitación a autoridades y profesionales de entidades públicas y privadas asociadas al ámbito ocupacional y de la salud de los trabajadores agrícolas (SEREMI de Salud, INDAP, SAG, Mutualidades, entre otros). Dicho seminario se llevó a cabo el día 12 de abril de 2019 con una asistencia de 51 personas. Dada la relevancia del tema desarrollado en este seminario, la Universidad Católica el Maule otorgó al equipo investigador un espacio en el Diario El Centro para divulgar la noticia a nivel regional (Link: <http://www.diarioelcentro.cl/noticias/cronica/desarrollan-test-para-monitorear-efectos-de-plaguicidas-en-trabajadores-agricolas>) En anexo 8 a 12 se adjunta programa, invitación, publicación portal UCM, lista de asistencia y registro fotográfico del evento.
4. Como difusión adicional a la comprometida el profesor Boris Lucero fue invitado a participar del matinal *Más positivo* de Canal 30 de San Javier, para socializar con la comunidad general la temática de plaguicida y algunos resultados del proyecto. (Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2sNXYa4-rsI>)
5. Publicación en revista científica de alto impacto de los resultados obtenidos respecto a la validación de la batería. Los investigadores enviaron manuscrito a la revista BioMed Research International, la cual tiene un factor de impacto de 2.583 y se encuentra indexada en WoS. Se adjunta documento de respaldo del envío del manuscrito (ver Anexo 16).

## ANEXOS

### Anexo 1. Cuestionario inicial de exposición para trabajadores agrícolas.

<b>Antecedentes personales y de salud.</b>	
1. Fecha de nacimiento	
2. Edad	
3. Sexo	1. _____ Femenino    2. _____ Masculino
4. Dirección del domicilio y comuna (escribirlo)	
5. Lugar de trabajo y comuna (escribirlo)	
6. Teléfono	
7. Estado civil (marque con una X)	1. _____ Casado(a)    2. _____ Soltero(a)    3. _____ Conviviente 4. _____ Viudo(a)    5. _____ Separado(a) o Divorciado(a)
8. ¿Usted trabaja como temporero(a) o en faenas agrícolas?	1. _____ Si    2. _____ No
9. Su pareja trabaja en faenas agrícolas?	1. _____ Si    2. _____ No
10. ¿Qué nivel de estudios posee?	1. _____ Analfabeto(a)    2. _____ Básica incompleta 3. _____ Básica completa    4. _____ Media incompleta 5. _____ Media completa    6. _____ Técnico 7. _____ Universitario incompleto    8. _____ Universitario completo
11. ¿Cuál es el ingreso familiar aproximado? (Escriba): _____	
12. ¿Cuántas personas (niños y adultos) viven en el hogar? (Escriba): _____	
13. Presenta alguna discapacidad mental, física, sensorial o psiquiátrica: 1. _____ Si    2. _____ No	
14. Si es mujer, está embarazada?: 1. _____ Si    2. _____ No	
15. Presenta consumo de drogas: 1. _____ Si    2. _____ No	
16. Presenta las siguientes condiciones de salud: 1. _____ anemia    2. _____ Diabetes    3. _____ Insuficiencia renal 4. _____ Daño hepático    5. _____ Epilepsia    6. _____ Alergia cutánea o dermatosis    7. _____ Asma 8. _____ Cáncer 9. _____ Depresión    10. _____ Hipertensión arterial    11. _____ Problemas cardiacos 12. _____ Ansiedad	
17. ¿Bebe alcohol?	0. _____ No    1. _____ Si    ¿Cuántas copas a la semana?: _____
18. ¿Fuma?	0. _____ No    1. _____ Si    ¿Cuántos cigarrillos a la semana? _____
19. ¿Tiene hijos con malformaciones congénitas?	1. _____ Si    0. _____ No
20. Usted es trabajador(a) agrícola o trabaja en el campo:    1. _____ Si    0. _____ No	
21. ¿Cuál es su previsión en salud?	1. _____ Fonasa    2. _____ Isapre    3. _____ Ninguna    4. _____ No sabe 5. _____ Otra. ¿Cuál? _____
22. Pertenece a alguno de estos organismos:	1. _____ AChS    2. _____ Mutual CChC    3. _____ IST    4. _____ SL 5. _____ Ninguno    6. _____ No sabe
23. ¿Si es trabajador agrícola, le han aplicado los exámenes de acetilcolinesterasa en su trabajo en este último año?	0. _____ No aplica    2. _____ Si    3. _____ No

24. ¿Qué resultado han tenido los exámenes?	0. _____ No aplica 1. _____ Normales 2. _____ Alterados 3. _____ No han comunicado los resultado
25. Si es aplicador, nombre los plaguicidas que aplica en el trabajo	Escriba los nombres aquí:
Factor 1: Condiciones en la aplicación de plaguicidas OP	
1.-¿Hace cuanto tiempo se desempeña como trabajador agrícola?	0. _____ 10 años o menos (indicar numero de años) 1. _____ Más de 10 años
2.-¿Usted trabaja actualmente aplicando plaguicidas?	1. _____ Si 0. _____ No
3.-¿Cuándo fue la última aplicación?	0. _____ No aplica 1. _____ 2 años o más 2. _____ Menos de 2 años
4.-¿Usted trabaja preferentemente como aplicador de plaguicidas en forma? (Marque una)	0. _____ No aplica 1. _____ Por temporada 2. _____ Permanente
5.-¿Durante cuantos años ha aplicado plaguicidas?	0. _____ No aplica 1. _____ 10 años o menos 2. _____ Más de 10 años
6.-¿Tiene credencial del plaguicidas?	1. _____ Si 0. _____ No
7.-¿Conoce los riesgos para su salud a los que se expone al aplicar o mezclar plaguicidas?	1. _____ Si 2. _____ No 0. _____ No aplica
8.-¿Esta capacitado sobre estos riesgos?	1. _____ Si 2. _____ No 0. _____ No aplica
9.-¿Durante la aplicación come, bebe o fuma?	1. _____ No 2. _____ Si o A veces 0. _____ No aplica
10.-¿Cuándo está aplicando o ya terminó, se lava las manos antes de fumar, comer o beber?	1. _____ Si 2. _____ No o a veces 0. _____ No aplica
11.-¿Qué tipo de plaguicidas OP recuerda haber aplicado? (puede marcar más de una) (Código interno de respuesta: 0= No aplica; 1= Solo un plaguicida OP; 2= más de un plaguicida OP)	0. _____ No aplica OP 1. _____ Clorpirifos (Lorsban, Troya) 2. _____ Metamidofos (MTD 600, Monitor, Tamaron) 3. _____ Azinfosmetil (Gusathion) 4. _____ Metidation 5. _____ Diazinon 6. _____ Fosmet 7. _____ Dimetoato 8. _____ Profenofós 9. _____ Cadusafós 10. _____ Otros OP (nómbrelos): _____
12.- ¿Usa bomba de espalda manual para aplicar plaguicidas OP?	1. _____ Aplica 0. _____ No aplica
13. ¿Utiliza bomba de espalda a motor para aplicar plaguicidas OP?	1. _____ Aplica 0. _____ No aplica
14. ¿Usa nebulizadora o bomba tirada por tractor para aplicar plaguicidas OP?	1. _____ Aplica 0. _____ No aplica
15.-¿Dónde se lava la maquinaria que se usó para aplicar plaguicidas? (Marque una alternativa)	0. _____ No lava, no aplica 1. _____ Lugar especial para el lavado 2. _____ Patio, huerto, potrero o campo 3. _____ Dentro de la casa
16.-¿Dónde guarda los plaguicidas? (Marque una alternativa)	0. _____ No aplica 1. _____ Bodega en casa o trabajo 2. _____ En el patio de la casa 3. _____ Al interior de la casa
17.-¿Además de aplicar, realiza la mezcla y preparación de plaguicidas OP?	1. _____ Si 0. _____ No o No Aplica
18.-¿El lugar donde realiza la mezcla es?	0. _____ No aplica 1. _____ Abierto 2. _____ Cerrado
19.-¿Usa elementos de protección cuando realiza la mezcla?	0. _____ No aplica 1. _____ Si 2. _____ No
20.-¿Se cambia la ropa de trabajo al finalizar la aplicación?	1. _____ Si 2. _____ No o A veces 0. _____ No aplica
21.-¿Si se cambia de ropa de trabajo lo hace en? (marque una	1. _____ Trabajo 2. _____ Casa 0. _____ No aplica

alternativa)	
22.-¿Cuánto tiempo transcurre entre el término de la aplicación y que se duche o bañe? (marque una alternativa)	1. ___ Menos de 15 minutos 2. ___ 15 minutos o más 0. ___ No aplica
Factor 2: Uso de elementos de protección personal. En su labor como trabajador agrícola, márque si usa los siguientes elementos de protección personal (EPP):	
23.-Uso de EPP en las manos (guantes)	0. ___ Si 1. ___ No
24.-Uso de EPP en la cabeza (gorro)	0. ___ Si 1. ___ No
25.-Uso de EPP en los ojos (antiparras)	0. ___ Si 1. ___ No
26.-Uso de EPP respiratorio(mascarilla respiratoria con filtros recomendados con protección facial)	0. ___ Si 1. ___ No
27.-Uso de EPP en el cuerpo (traje impermeable sin roturas)	0. ___ Si 1. ___ No
28.-Uso de EPP en los pies (botas de goma)	0. ___ Si 1. ___ No
29.-Frecuencia de uso de EPP	0. ___ Siempre 1. ___ Nunca o A veces
Factor 3: Síntomas de intoxicación a OP. Durante el último período que usted estuvo expuesto a plaguicidas OP por su labor agrícola ¿Presentó alguno de los siguientes síntomas o signos?:	
30.-Mareos, náuseas, fatiga, vómitos y/o salivación	1. ___ Si 0. ___ No
31.-Dolor de cabeza y/o visión borrosa	1. ___ Si 0. ___ No
32.- Dolor abdominal y/o diarrea	1. ___ Si 0. ___ No
33.- Falta de aire	1. ___ Si 0. ___ No
34.- Debilidad y/o calambres en las piernas	1. ___ Si 0. ___ No
35.-Lesiones en la piel	1. ___ Si 0. ___ No
36.-Insomnio y/o sudoración nocturna	1. ___ Si 0. ___ No
37.-Visión borrosa	1. ___ Si 0. ___ No
38.-Salivación	1. ___ Si 0. ___ No
39.-Se ha intoxicado con plaguicidas OP	1. ___ Si 0. ___ No
40.-Ha estado hospitalizado por intoxicación con plaguicidas OP	1. ___ Si 0. ___ No
Factor 4: Condiciones laborales y domésticas que facilitan la exposición a OP	
41.- ¿En el trabajo cuenta con duchas?	0. ___ Si 1. ___ No
42.- ¿En el trabajo cuenta con lavamanos?	0. ___ Si 1. ___ No

43.- ¿En el trabajo cuenta con agua caliente?	0. _____ Si	1. _____ No
44.-¿En el trabajo cuenta con agua potable?	0. _____ Si	1. _____ No
45.-¿En el trabajo cuenta con excusados?	0. _____ Si	1. _____ No
46.-¿Tiene usted invernadero, huerto o campo en su casa que cultiva?	1. _____ Si	0. _____ No
47.-¿Cuál es la distancia aproximada de predios agrícolas a su domicilio (en metros) (marque con una X)	0. _____ Más de 500 metros    1. _____ 500 metros o menos.	
48.-Usa plaguicidas organofosforados en el hogar	1. _____ Si	0. _____ No

El cuestionario posee un total de 65 puntos que equivalen al puntaje máximo de riesgo de exposición a OP, mientras más cercano a 0 menor es el riesgo de exposición. En el factor 1 (tabla 5), el puntaje máximo corresponde a 39 puntos; en el factor 2, la puntuación máxima de riesgo equivale a 7 puntos; en el factor 3 el máximo es igual a 11 puntos; y el factor 4 comprende como límite 8 puntos.

## Anexo 2. Cuestionario inicial para No expuestos.

N° de Folio:

### Cuestionario Investigación SUSESO trabajadores de la Construcción

¿Usted creció o vivió cerca del campo en algún momento de su vida o actualmente?

SI \_\_\_\_\_ (suspenda acá la aplicación y lea el texto correspondiente) No \_\_\_\_\_

¿Ha trabajado en labores Agrícolas en los últimos cinco años?

SI \_\_\_\_\_ (suspenda acá la aplicación y lea el texto correspondiente) No \_\_\_\_\_

¿Se ha intoxicado alguna vez en su trabajo con algún químico o veneno?

SI \_\_\_\_\_ (suspenda acá la aplicación y lea el texto correspondiente) No \_\_\_\_\_

**Si contesto SI** a alguna de las preguntas anteriores, lea lo siguiente:

*A partir de lo constatado no se cumplen los criterios de inclusión para participar en el estudio, por lo cual dejaremos hasta acá la entrevista. Le agradecemos enormemente de todos modos su disposición inicial a participar (se le indica que puede volver a la obra a su trabajo).*

**Si contestó NO** a todas las preguntas anteriores, pregunte si la persona sabe leer y escribir. Si no supiera, ayúdelo a contestar el cuestionario inicial haciendo ud. Las preguntas y anotando las respuestas. De ser alfabetizado, deje que la persona conteste como autorreporte, estando atento a responder sus dudas, entregándole la siguiente instrucción:

“A continuación le entregaré una hoja donde se le formulan algunas preguntas básicas de datos de identificación y socio-demográficos (educación, salud, por ej.). Respóndalos de la manera más espontánea posible, y si tiene alguna duda por favor hágamela saber”

N° de Folio:

**Cuestionario Inicial (grupo de control)**

Antecedentes personales y de salud	
1. Fecha de nacimiento	
2. Edad	
3. Sexo	1. _____ Femenino    2. _____ Masculino
4. Dirección del domicilio y comuna (escribirlo)	
5. Lugar de trabajo y comuna (escribirlo)	
6. Teléfono	
7. Estado civil (marque con una X)	1. _____ Casado(a)    2. _____ Soltero(a)    3. _____ Conviviente  4. _____ Viudo(a)    5. _____ Separado(a) o Divorciado(a)
8. ¿Usted ha trabajado como temporero(a) o en faenas agrícolas?	1. _____ Si    2. _____ No
10. ¿Qué nivel de estudios posee?	1. _____ Analfabeto(a)    2. _____ Básica incompleta 3. _____ Básica completa    4. _____ Media incompleta 5. _____ Media completa    6. _____ Técnico 7. _____ Universitario incompleto    8. _____ Universitario completo
11. ¿Cuál es el ingreso familiar aproximado? (Escriba):	_____
12. ¿Cuántas personas (niños y adultos) viven en el hogar? (Escriba):	_____
13. Presenta alguna discapacidad mental, física, sensorial o psiquiátrica:	1. _____ Si    2. _____ No
14. Actualmente consume algún tipo de drogas:	1. _____ Si    2. _____ No
15. ¿Qué tipo de droga consume?	
16. ¿Con qué frecuencia la consume?	1. Diaria _____    2. Menos de tres veces por semana _____
17. Presenta las siguientes condiciones de salud:	1. _____ anemia    2. _____ Diabetes    3. _____ Insuficiencia renal 4. _____ Daño hepático    5. _____ Epilepsia    6. _____ Alergia cutánea o dermatosis    7. _____ Asma    8. _____ Cáncer 9. _____ Depresión    10. _____ Hipertensión arterial    11. _____ Problemas cardíacos    12. _____ Ansiedad
18. ¿Bebe alcohol?	0. _____ No    1. _____ Si    ¿Cuántas copas a la semana?: _____
19. ¿Fuma?	0. _____ No    1. _____ Si    ¿Cuántos cigarrillos a la semana? _____
20. ¿Tiene hijos con malformaciones congénitas?	1. _____ Si    0. _____ No
21. ¿Cuál es su previsión en salud?	1. _____ Fonasa    2. _____ Isapre    3. _____ Ninguna    4. _____ No sabe    5. _____ Otra. ¿Cuál? _____
22. Pertenece a alguno de estos organismos:	1. _____ AChS    2. _____ Mutual CChC    3. _____ IST    4. _____ SL    5. _____ Ninguno 6. _____ No sabe

## Anexo 3. Pauta de evaluación de los jueces expertos.



### Valoración de Batería para el monitoreo de efectos cognitivos ante exposición ocupacional a inhibidores de acetilcolinesterasa

Estimado par evaluador:

Usted ha sido seleccionado para evaluar un instrumento que forma parte del proyecto **SUSESO # 53** titulado **Validación de una Batería de test para el monitoreo de efectos cognitivos ante la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa en trabajadores agrícolas** de la Universidad Católica del Maule. Este proyecto está dirigido por el solicitante, **Dr. Boris Lucero M.** La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente. Agradecemos su valiosa colaboración.

#### Ficha del juez:

NOMBRES Y APELLIDOS:

FORMACION ACADEMICA:

AREAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL:

TIEMPO DE EXPERIENCIA EN EL ÁREA PROFESIONAL PRINCIPAL:

INSTITUCIÓN:

**Propósito y características generales de la investigación:**

A través de la presente investigación se pretende probar una batería que resulte económica y fácil de aplicar como instrumento de *screening* de los *outcomes* neuropsicológicos que eventualmente pudieran surgir en trabajadores agrícolas que en entornos ocupacionales se deben exponer directamente a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa (IC). A partir de este efecto inhibitorio, estas sustancias son un tipo de neurotóxico. Las áreas fundamentalmente afectadas por la exposición a plaguicidas (de modo crónico) de acuerdo a la evidencia de los estudios existentes involucran a las funciones ejecutivas, y de modo más específico a la capacidad de atención y velocidad psicomotora.

La prueba se aplicará a un grupo de trabajadores agrícolas expuestos a IC, y a un grupo de trabajadores no expuestos de similares características sociodemográficas, que no hayan crecido en entornos agrícolas ni tampoco hayan trabajado en labores agrícolas.

**Características generales de la batería:**

La batería que se buscará probar en este estudio reúne tres instrumentos, los cuales no tienen restricción en cuanto a derecho de autor, son económicos en recursos (test de lápiz y papel), en tiempo de aplicación y corrección.

Los instrumentos que constituyen las distintas secciones de la batería son:

- 1) Clock Drawing Test. Si bien existen diversas versiones de esta prueba, se considerará el método de Mendez, Ala & Underwood (1992) debido a su mayor precisión en cuanto a los criterios de corrección y su alta correlación con otras medidas similares.
- 2) Frontal Assessment Battery (FAB)

3) Trail Making Test. Parte A y parte B.

**Confidencialidad:**

Su identidad como par evaluador será resguardada con la debida confidencialidad y la información contenida en esta evaluación es de carácter confidencial y su divulgación y/o utilización queda explícitamente prohibida sin el consentimiento del investigador responsable, siendo utilizada sólo para los fines del proceso de validación de jueces expertos como parte de la investigación asociada.

De antemano agradezco su participación y colaboración.

Dr. Boris Lucero M.

Universidad Católica del Maule

---

**Pauta de evaluación:**

I. Por favor valore **en qué medida cada sección de la batería mide las siguientes habilidades**, asignando su valoración marcando alguno de estos criterios de puntuación:

1 = No corresponde para nada como medida de la habilidad respectiva.

2 = Mide la habilidad, pero sólo tangencialmente de un modo indirecto.

3 = Es una medida satisfactoria de la habilidad.

4 = Es una excelente medida de la habilidad en cuestión.

Habilidad Medida*	Sección 1	Sección 2	Sección 3	
	Clock Drawing Test	(FAB)	(Trail Making Test)	
			Parte A	Parte B
Memoria de trabajo				
Habilidad Viso-espacial				
Atención Focalizada/Selectiva				
Atención Sostenida				
Velocidad de Procesamiento				
Capacidad de Planificación				
Capacidad de Organización				
Procesamiento simultáneo				
Control Inhibitorio				
Auto-monitoreo				

\*Ver glosario de definiciones de cada habilidad en la página siguiente

Observaciones:

## Glosario de definiciones

**Memoria de Trabajo:** Registro neural de eventos recientes y de su orden, es el sistema utilizado para mantener por un período breve información de eventos sensoriales, de movimiento, y cognitivos tales como dígitos, palabras, nombres, y otros ítems (Kolb & Wishaw, 2009, p.514).

**Habilidad Visuoespacial:** Habilidad para percibir, analizar, sintetizar y pensar con patrones visuales. Además, incluye la capacidad de almacenar y recuperar información respecto a estímulos visuales. Como sub-habilidades se consideran también la manipulación mental de objetos o patrones y la identificación de representaciones visuales abstractas (Horton & Weddin, 2008, p.408).

**Atención Focalizada/Selectiva:** La capacidad de procesar o reaccionar ante ciertos estímulos de manera selectiva ante varios eventos que ocurren simultáneamente (Zillmer, Spiers & Culbertson, 2008, p. 241).

**Atención Sostenida:** Capacidad de focalizarse en una actividad o estímulo durante un período de tiempo. Es lo que posibilita concentrarse en una actividad o tarea hasta poder finalizarla o llegar a la meta perseguida a partir de su realización (Zillmer, Spiers & Culbertson, 2008, p. 241).

**Velocidad de Procesamiento:** Habilidad de desarrollar tareas cognitivas automáticas o simples rápidamente. Usualmente es evaluada en tareas que incluyen un componente de tiempo, requiriendo por tanto el mantener la atención focalizada durante el desarrollo de la tarea. El componente de tiempo es lo que le otorga dificultad a la tarea y demanda eficiencia cognitiva (Horton & Weddin, 2008, p.408-409).

**Capacidad de Planificación:** Habilidad para representar información estructurada de manera secuencial que debe ser sostenida en estado activo a través del tiempo para su procesamiento (Miller & Cummings, 2007, p.249).

**Auto-monitoreo:** Habilidad de observar, evaluar y regular la propia conducta durante el desempeño en una tarea para modificarla correspondientemente de acuerdo al objetivo o meta.



## Anexo 4: Registro fotográfico periodo de entrenamiento de evaluadores.



**Capacitación al equipo de colaboradores**



## **Anexo 5: Batería para el monitoreo de efectos cognitivos de plaguicidas en trabajadores agrícolas**

# **Batería para el monitoreo de efectos cognitivos ante exposición ocupacional a inhibidores de acetilcolinesterasa**

## **Sección 1: Test del Dibujo del Reloj**

### **Instrucciones de Aplicación**

“Me gustaría que dibujara un reloj redondo y grande en esta hoja, colocando en él todos sus números, y cuyas manecillas marquen las once y diez. En caso de que cometa algún error, aquí tiene una goma de borrar para que pueda rectificarlo. Esta prueba no tiene tiempo límite, por lo que le pedimos que lo haga con tranquilidad, prestándole toda la atención que le sea posible”.

Repetir la instrucción las veces que sea necesario para que lo comprenda

Si después de dibujar la esfera y los números, le falta alguno le preguntamos si los ha puesto ya todos, permitiéndole rectificar si se da cuenta de los errores

–Después de dibujar los números, se les recuerda que deben ubicar las manecillas del reloj en las once y diez

–Si pasado algún tiempo no dibujan las manecillas o falta una de ellas, se les pregunta si ya terminaron el reloj

**Escala de Interpretación del Dibujo del Reloj (entregue 1 punto por ítem correcto):**

**Adaptado de Mendez, Ala & Underwood (1992)**

- 
1. Existe un intento de indicar la hora de alguna forma. \_\_\_\_\_
- 
2. Todos los trazos realizados se pueden clasificar ya sea como parte de una figura circular cerrada, manecillas, o números de un reloj. \_\_\_\_\_
- 
3. Existe una figura totalmente cerrada sin saltos o espacios vacíos en el trazo (cierre de la figura). \_\_\_\_\_

**Otorgue puntaje sólo si los números del reloj están presentes en el dibujo.**

- 
4. Está presente un número "2" y es señalado de algún modo para indicar la hora. \_\_\_\_\_
- 
5. La mayoría de los números están distribuidos en círculo sin mayores saltos. \_\_\_\_\_
- 
6. Tres o más cuadrantes del reloj tiene uno o más de los números que corresponden: 12-3, 3-6, 6-9, 9-12 para cada respectivo cuadrante en el sentido de las agujas del reloj. \_\_\_\_\_
- 
7. La mayoría de los números están ordenados en el sentido de las agujas del reloj o en dirección a la derecha. \_\_\_\_\_
- 
8. Todos los símbolos están totalmente adentro de la figura cerrada. \_\_\_\_\_
- 
9. Está presente un número "11" y es señalado de algún modo para indicar la hora. \_\_\_\_\_
- 
10. Todos los números del 1-12 están presentes. \_\_\_\_\_
- 
11. No existen números repetidos o replicados. \_\_\_\_\_
- 
12. Se utilizan sólo números arábigos o romanos. \_\_\_\_\_
- 
13. Los números no van más allá del número 12. \_\_\_\_\_
- 
14. Todos los números se ubican de manera aproximadamente equivalente al borde de la figura cerrada. \_\_\_\_\_
- 
15. Siete o más del mismo tipo de símbolo se ordena secuencialmente. \_\_\_\_\_

**Otorgue puntaje sólo una o más agujas del reloj están presentes en el dibujo.**

- 
16. Todas las agujas se extienden desde el centro de la figura cerrada. \_\_\_\_\_
- 
17. Una aguja del reloj es visiblemente más larga que la otra. \_\_\_\_\_
- 
18. Existen dos agujas del reloj distinguibles y separadas. \_\_\_\_\_
- 
19. Todas las agujas se encuentran completamente en el interior de la figura cerrada. \_\_\_\_\_
- 
20. Existe un intento por indicar la hora con una o más agujas del reloj \_\_\_\_\_

**Puntaje Total (puntaje máximo de 20)**

---

---

## **Sección 2: FAB (Dubois, Slachevsky, Litvan & Pillon, 2000)**

### **1. Semejanzas (Conceptualización)**

“¿En qué se parecen...?”

- a) Un plátano y una naranja.
- b) Una mesa y una silla.
- c) Un tulipán, una rosa y una margarita.

Ayudar al paciente en caso de fracaso total: “no se parecen” o parcial: “los 2 tienen cáscara” en el primer ítem, no en los siguientes. Sólo las respuestas de categoría (frutas, muebles, flores) se consideran correctas.

Puntaje: 3 correctas = 3; 2 correctas = 2; 1 correcta = 1; ninguna correcta = 0 \_\_\_/3

### **2. Fluidez léxica (Flexibilidad mental)**

“Diga todas palabras que pueda (por ejemplo, animales, plantas y objetos, pero no nombres propios ni apellidos) que comiencen con A”. Si no responde en los primeros 5 segundos decirle “por ejemplo, árbol”. Si se detiene por más de 10 segundos, insista “cualquier palabra que empiece con A”. Tiempo: 60 segundos. Las repeticiones, derivaciones árbol, arbolito), nombres propios y apellidos no cuentan.

Puntaje: 10 o más palabras = 3; 6 a 9 = 2; 3 a 5 = 1; menos de 3 = 0 \_\_\_/3

### **3. Secuencias (Programación)**

“Mire con atención lo que hago”; el examinador frente al paciente realiza 3 veces la prueba de Luria (golpear con nudillo, canto y palma) con su mano izquierda. “Con su mano derecha haga lo mismo que yo, primero juntos, después solo”. El examinador hace la serie 3 veces con el paciente y le dice “ahora haga lo mismo Vd. solo”.

Puntaje: 6 series consecutivas correctas = 3; a 5 series correctas = 2; no lo hace solo, pero sí 3 series consecutivas con el examinador = 1; no logra ni siquiera imitar 3 veces = 0 \_\_\_/3

### **4. Instrucciones Conflictivas (Sensibilidad a la interferencia)**

“Cuando yo golpeo 1 vez, debe golpear 2 veces”; para asegurar que comprendió las instrucciones, se hace una serie de 3 ensayos: 1-1-1. “Cuando yo golpeo 2 veces, debe golpear una”; para asegurar que comprendió las instrucciones, se hace una serie de 2-2-2. El examinador realiza la siguiente serie: 1-1-2-1-2-2-2-1-1-2.

Puntaje: sin errores = 3; 1 o 2 errores = 2; más de 2 errores = 1; si golpea igual que el examinador al menos 4 veces consecutivas = 0 \_\_\_/3

### **5. Go no Go (Control inhibitorio)**

“Cuando yo golpeo 1 vez, debe golpear 1 vez”; para asegurar que comprendió la instrucción, se hace una serie de 3 ensayos: 1-1-1. “Cuando yo golpeo 2 veces, no debe golpear”; para asegurar que comprendió la instrucción, se hace una serie de 3 ensayos: 2-2-2. El examinador realiza la siguiente serie: 1-1-2-1-2-2-2-1-1-2.

Puntaje: sin errores = 3; 1 o 2 errores = 2; más de 2 errores = 1; golpea igual que el examinador al menos 4 veces seguidas = 0 \_\_\_/3

**6. Conducta de prehensión (Autonomía del ambiente)** El examinador se sienta frente al paciente, que tiene las manos sobre sus rodillas, con las palmas hacia arriba. El examinador acerca lentamente sus manos hasta tocar las del paciente para ver si se las toma espontáneamente. Si lo hace, dice “ahora, no me tome las manos” y vuelve a tocárselas.

Puntaje: no le toma las manos = 3; duda o pregunta qué tiene que hacer = 2; las toma sin vacilar = 1; las toma aún después de decirle que no lo haga = 0 \_\_\_/3

**Puntuación total: \_\_\_/18**

## Sección 3: Trail Making

### Instrucciones:

Siga estas instrucciones al pie de la letra, considerando que el tiempo medido incluya también el tiempo que toma para el evaluador corregir los errores del sujeto.

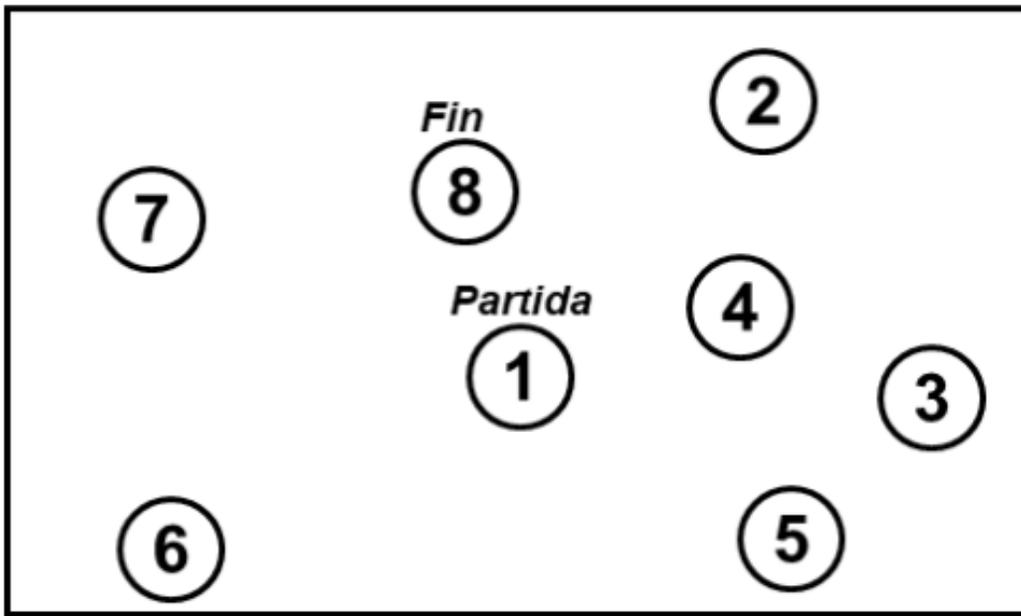
Materiales: Protocolos para trazo, lápiz, cronómetro

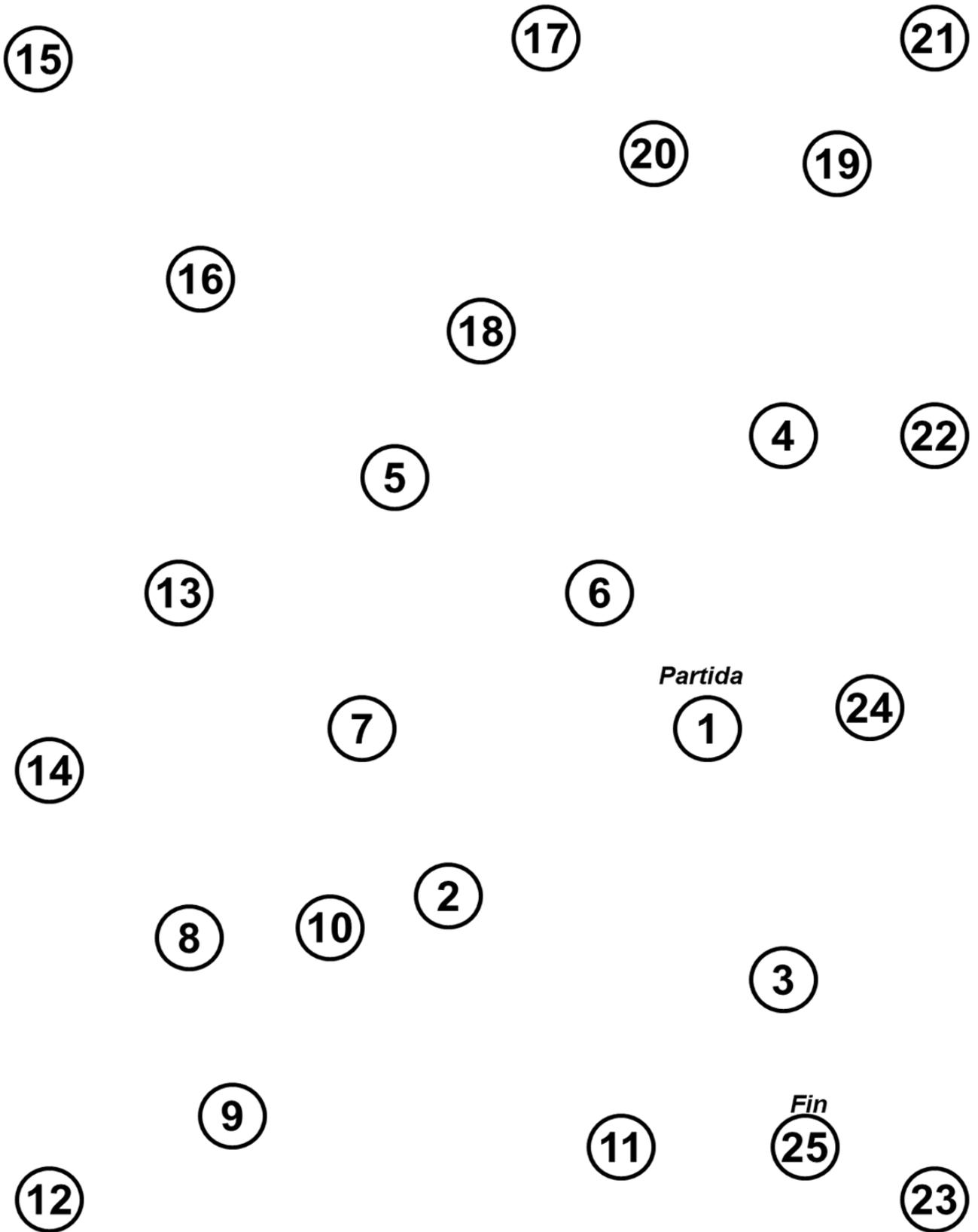
1. Usando la MUESTRA del Trail Making Parte A, demuestre al participante cómo se hace la tarea. “En esta hoja hay números. Empiece con el número 1 y dibuje una línea hacia el 2, luego hacia el 3, al 4 y así en más, hasta alcanzar el final, sin levantar el lápiz del papel. Debe dibujar las líneas tan rápido como le sea posible. De este modo”. (Realice la demostración con el ítem de muestra)
  2. Entregue al participante un lápiz y el protocolo del Trail Making Parte A. “Ahora es su turno. ¿Tiene alguna pregunta?. Listo. Comience.”
  3. Tome el tiempo que demora el participante. Detenga la tarea del participante si este comete un error y hágalo volver al último círculo alcanzado correctamente. El cronómetro debe seguir corriendo durante las correcciones, pero no debería penalizarse al sujeto si el evaluador toma demasiado tiempo en explicar el error. Si el sujeto se salta un círculo, recuérdale que debe alcanzar cada uno de los círculos en secuencia, pero no detenga su tarea. Detenga el cronómetro cuando alcance el final.
  4. Escriba el tiempo en segundos en el protocolo y escriba el número del sujeto y la fecha del test.
  5. Usando la MUESTRA del Trail Making Parte B, demuestre al participante cómo se hace la tarea. “Esta vez la hoja contiene letras y números. Comience con el número 1 y dibuje una línea hacia la letra A, luego al número 2 y siga hacia la letra B, y continúe de ese modo hasta que alcance el final, sin levantar el lápiz de la hoja. Trate de trazar las líneas tan rápido como le sea posible. De este modo (Realice la demostración con el ítem de muestra).
  6. Entregue al participante un lápiz y el protocolo del Trail Making Parte B. “Ahora es su turno. ¿Tiene alguna pregunta?. Listo. Comience.”
  7. Tome el tiempo, corrigiendo los errores en la medida que es necesario. Detenga el cronómetro cuando alcance el final. Escriba el tiempo en segundos en el protocolo y escriba el número del sujeto y la fecha del test.
-

# TRAIL MAKING

## Parte A

MUESTRA

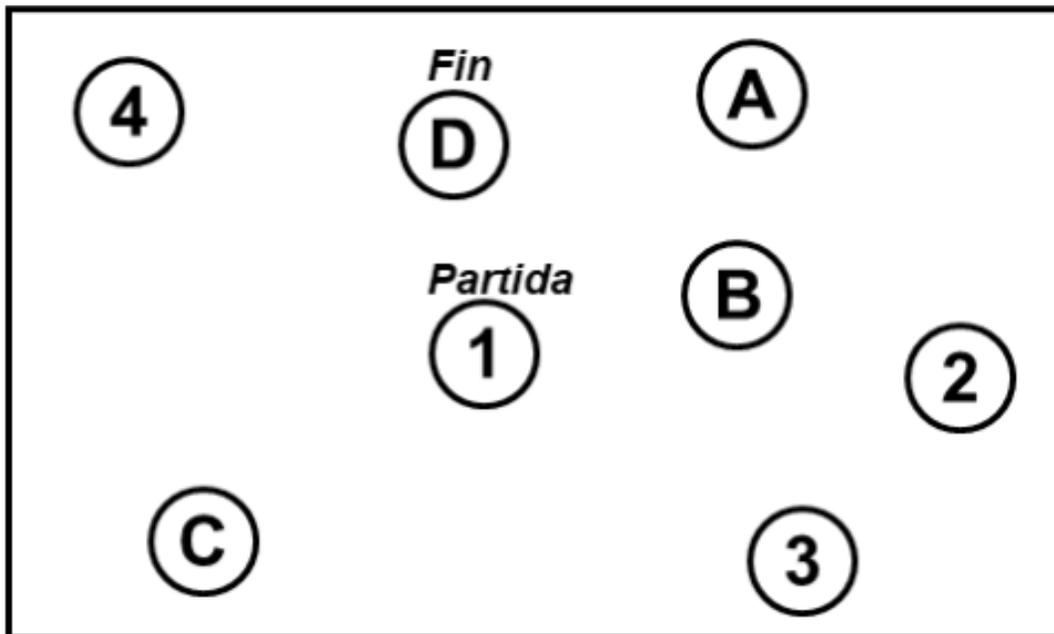


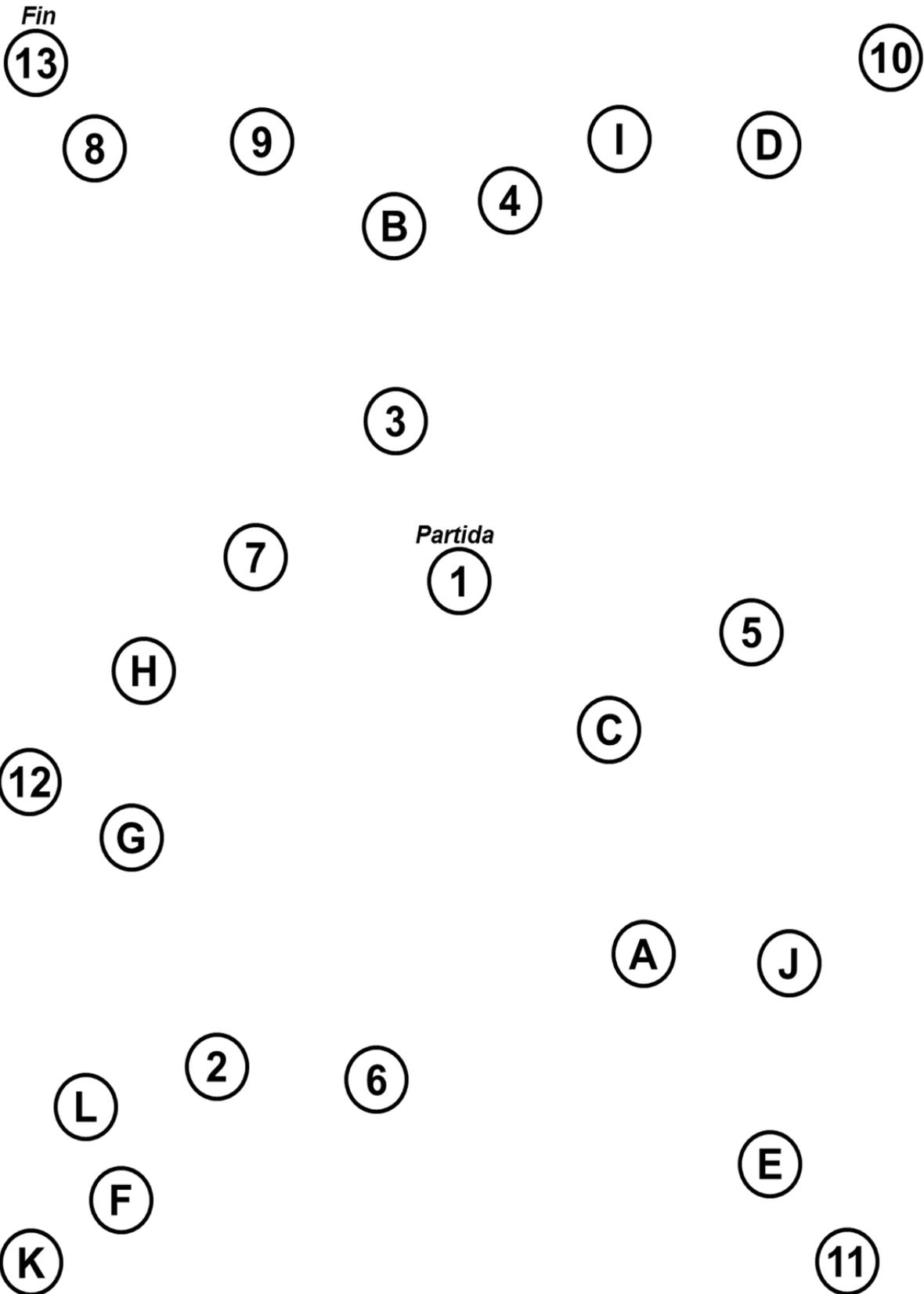


# TRAIL MAKING

## Parte B

### MUESTRA





## Anexo 6: Trabajadores siendo encuestados en su lugar de trabajo.



## Anexo 7: Registros fotográficos de Charlas Técnicas

**Charla Técnica 1, jueves 11 de Octubre 10:00 a 13:00 hrs.**  
**Talca, Facultad de Ciencias de la Salud**  
**Universidad Católica del Maule**



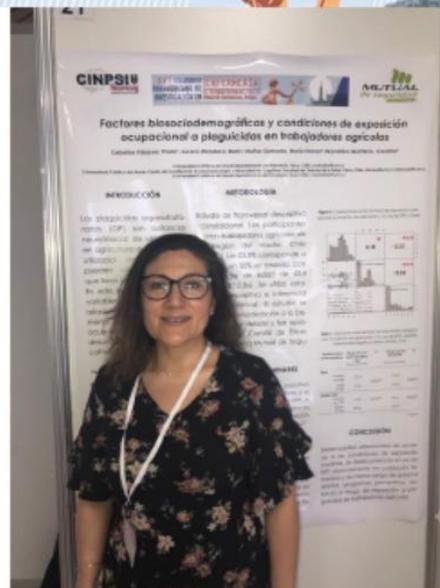
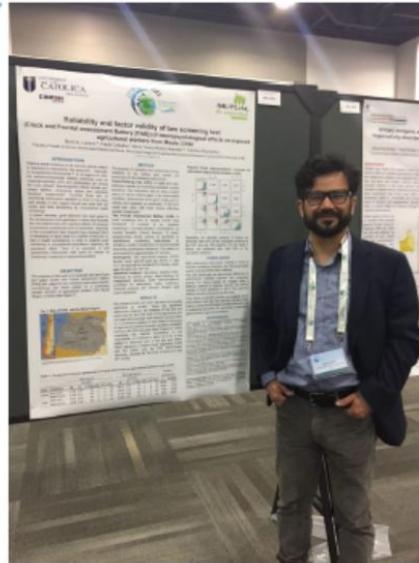
**Charla Técnica 2, Miércoles 17 de Octubre 10:00 a 13:00 hrs.  
Curicó, Auditorio Campus Curicó  
Universidad Católica del Maule**



**Charla Técnica 3, Jueves 25 de Octubre, 10:00 a 13:00 hrs.  
Linares, Auditorio Caja de compensación la Araucana**



## Anexo 8: Registro de participación en Congresos



## Reliability and factor validity of two screening test (Clock and Frontal assessment Battery [FAB]) of neuropsychological effects on exposed agricultural workers from Maule, Chile

Boris A. Lucero<sup>1,2</sup>, Paula Ceballos<sup>1</sup>, María Teresa Muñoz-Quezada<sup>1,2</sup>, Carolina Reynaldós<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Health Sciences, Universidad Católica del Maule, <sup>2</sup>Neuropsychology and Cognitive Neurosciences Research Center(CINPSIU Neurocog UCM)

e-mail: blucero@ucm.cl

### INTRODUCTION

There is ample evidence of the adverse effects related to exposure to neurotoxins like pesticides, especially in occupational environments<sup>1-5</sup>. In all regions of Chile, the acetylcholinesterase inhibitor pesticides such as organophosphates (OP) and carbamates are among the most utilized<sup>6</sup>. Neurocognitive effects include non-verbal abilities, processing speed and executive functions impairments<sup>2</sup>. Currently there are no monitoring instruments validated in Chile in this area, and studies in this regard should use tests that are costly and time demanding for occupational health screening<sup>3</sup>.

In recent decades, great attention has been given to the development and application of tests that evaluate the neurobehavioral and cognitive effects of exposure to neurotoxic substances such as pesticides, especially in the occupational field. Experts have stressed that it is necessary to apply tests in a context of test and re-test or health surveillance, in order to establish early monitoring in occupational populations regarding the neurotoxic effect. Thus, it is necessary to test assessment instruments that could be utilized as "screening" measures on exposed population.

### OBJECTIVE

The purpose of this work is to evaluate two test of pen and paper (Clock and Frontal assessment Battery [FAB]) with regard to their reliability (test-retest stability, consistency) and factor validity on a preliminary sample (N=201) of agricultural workers from Maule Region of Chile (See Figure 1).

Fig. 1. Map of Chile and the Maule Region.



Obtained from Instituto Nacional de Estadística, Bases de Datos y Series Estadísticas. Adaptación en el formato A4 con el uso de herramientas de edición de imágenes. Dirección de Estadística e Informática. 2015. (2015)

### METHOD

The process of validation and assessment of the reliability of the battery was carried out preliminary for the following Instruments:

**Clock-Drawing Test (CDT):** A rapid and cost-effective method of screening executive control functions. The instruction was to draw a clock set to 11:10 on a blank paper in an unprompted condition. Instructions were given orally and in writing and repeated as necessary. A 20-point scale was used, with lower scores reflecting greater impairment.<sup>7</sup>

**The Frontal Assessment Battery (FAB):** A brief screening tool to assess frontal lobe functions<sup>8</sup>. It consists of six subtests exploring: 1) conceptualization (similarities); 2) mental flexibility (lexical fluency); 3) motor programming (motor series); 4) sensitivity to interference (conflicting instructions); 5) inhibitory control (Go/No-Go); 6) environmental autonomy (prehesion behavior). The battery is administered in approximately 10 minutes.

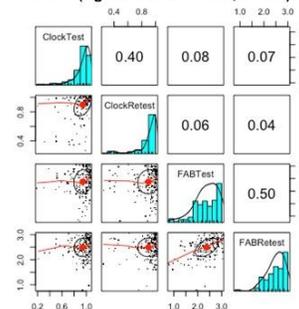
**Participants:** 202 agricultural workers (22.8% female, mean age=44 years old, SD=12.1) and 115 non-agricultural workers (15% female, mean age=40 years old, SD=13).

**Statistical analysis:** Descriptive statistics tests, Wilcoxon for paired groups, Mann-Whitney for independent samples, scale intercorrelations corrected for attenuation, alpha coefficient, Factorial analysis with Varimax Rotation and linear regression.

### RESULTS

The results of both CDT and FAB were not normally distributed ( $p < 0.000$ ). There are significant differences between the medians of the test and retest only for the FAB, both in the agricultural and non-agricultural groups, and between groups (Table 1). A correlation analysis in both tests for the group of agricultural workers showed a positive correlation between the FAB test and retest (Figure 2). When evaluating the internal consistency of the instruments, a Cronbach's alpha of 0.70 of the battery is observed both in the test and retest. When applying a multiple linear regression model with the retest, only the FAB discriminates efficiently, adjusted for the level of study and age ( $R^2 = 0.20$ ).

Figure 2. Scale intercorrelations corrected for attenuation (Agricultural workers, n=201)



Regarding the factorial analysis, 6 factors are observed (with 58% of the cumulative variance) for the CDT and the FAB together. For the retest, 5 factors are observed also with 58% of the cumulative variance.

### CONCLUSION

Both instruments show good reliability in terms of internal consistency. However, the FAB shows better results in terms of test-retest reliability.

The CDT alone can not discriminate differences in performance between exposed and unexposed groups. For future studies we suggest using a different method of scoring (among the several number of them existing)<sup>9</sup> to test if they generate different results to those presented here.

From these preliminary results, we suggest not to administer both the CDT and the FAB as a joint battery, being the FAB alone a stable alternative as a screening instrument for monitoring of executive dysfunctions in agricultural workers.

### REFERENCES

- Muñoz-Quezada, MT, et al. "Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review." *Neurotoxicology* 39 (2013): 158-168.
- Ross, SM, et al. "Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review." *Critical reviews in toxicology* 43.1 (2013): 21-44.
- Muñoz-Quezada, MT, et al. "Plaguicidas organofosforados y efecto neurotoxicológico y motor en la Región del Maule, Chile." *Gaceta Sanitaria* 30.3 (2016): 227-231.
- Saunders, Margaret, et al. "Cholinergic and neurodevelopmental effects: a literature review and expert elicitation on research and policy." *Environmental Health* 11.1 (2012): S5.
- Thundiyil, Josef G., et al. "Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool." *Bulletin of the World Health Organization* 86 (2008): 205-209.
- Servicio Agrícola Ganadero. Informe de venta de plaguicidas de uso agrícola en Chile (Report of sale of pesticides for agricultural use in Chile). [online]. 2012 [Retrieved 20 November 2016]. Available in: [http://www.sag.cl/sistemas/inf/Infes/declaracion\\_de\\_venta\\_de\\_plaguicidas\\_ano\\_2012.pdf](http://www.sag.cl/sistemas/inf/Infes/declaracion_de_venta_de_plaguicidas_ano_2012.pdf)
- Mendez, M. F., Ala, T., & Underwood, K. L. "Development of scoring criteria for the clock drawing task in Alzheimer's disease." *Journal of the American Geriatrics Society*, 46 (1992), 1055-1069.
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., Pillon, B. The FAB: A Frontal Assessment Battery at bedside. *Neurology* 2000;55: 1621-1626.
- Royal, Donald R., et al. "Clock drawing is sensitive to executive control: a comparison of six methods." *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 54.5 (1999): P328-P333.

**Acknowledgements** The funding for this work was provided by Mutual de Seguridad CCh and The Superintendency of Social Safety, through a Proyecto de Investigación e Innovación SUSES0 (Grant No. 53/2016)

Table 1. Comparison between performance of agricultural and non-agricultural workers in both scales

Scale	Test-Retest	Agricultural (n=201)						Non-agricultural (n=115)						Median comparison	
		M	SD	median	IQR	min	max	M	SD	median	IQR	min	max	U	p-value
Clock	Test score	17.84	2.86	19	3	3	20	18.15	2.83	19	2	1	20	10656	0.235
	Retest Score	17.98	3.12	19	2	5	20	18.41	2.36	19	2	8	20	10900	0.380
FAB	Test score	14.23	2.90	14	4	5	18	15.10	2.68	16	3	5	18	9306	0.004
	Retest Score	14.98	2.24	15	3	5	18	15.92	2.16	16	3	6	18	8335	<0.001

## Anexo 9: Programa Seminario regional del 12 de abril 2019.

### SEMINARIO DE CIERRE PROYECTO SUSESO 53/2017

“PLAGUICIDAS Y EFECTOS NEUROPSICOLÓGICOS: HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN Y ESTUDIOS EN EL ÁREA”

*Lugar: Salón Manuel Larraín. Facultad de Ciencias de la Salud.*

<b>Módulo Inaugural:</b>	9:30 hrs a 9:45 hrs.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Palabras de Bienvenida por Mg. Sara Herrera Leyton. Decana Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica del Maule.</li> </ul>
<b>Ponencia N°1:</b> <i>Dra. Floría Pancetti</i> <i>Vacarri</i>  <i>Universidad Católica del Norte</i>	9:45 hrs a 10:30hrs.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos Neuropsicológicos por exposición a plaguicidas en población de la Región de Coquimbo, Chile.</li> </ul>
<b>Coffee Break:</b>	10:30 a 11:00
<b>Ponencia N°2:</b> <i>Dr. Boris Lucero</i> <i>Mondaca</i>  <i>Universidad Católica del Maule</i>	11:00 hrs a 11:45 hrs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación resultados proyecto SUSESO denominado “Validación de una Batería de test para el monitoreo de efectos cognitivos ante la exposición ocupacional a plaguicidas inhibidores de la acetilcolinesterasa en trabajadores agrícolas”.</li> </ul>
<b>Ponencia N°3:</b> <i>Dr. Enrique Paris</i> <i>Mancilla</i>  <i>Universidad Mayor</i>	11:45: 12:30 horas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos Neurotóxicos de plaguicidas Carbamatos y Organosfosforados.</li> </ul>
<b>Ronda de preguntas:</b>	12:30 a 12:50 horas.
<b>Cierre Seminario:</b>	12:50 a 13:00 Horas.

## Anexo 10: Invitación a seminario regional.



**Cristián García V**, Gerente Mutual de Seguridad CChC y **Boris Lucero M**, Coordinador Proyecto SUSESO Universidad Católica del Maule, saludan cordialmente y tienen el agrado de invitar a usted a participar del Seminario ***Plaguicidas Organofosforados y efectos neuropsicológicos: herramientas de evaluación y estudios en el área***, el cual se realizará el viernes 12 de abril desde las 9:30 a 13:00 horas, en el Auditorium Manuel Larraín, ubicado en avenida San Miguel N°3605, Talca.

Talca, marzo de 2019

SRC: 71-2413679



## Anexo 11: Divulgación e impacto seminario regional, noticia destacada en página institucional UCM.

← → ↻ No es seguro | portal.ucm.cl/noticias/presentan-primer-instrumento-monitorea-efectos-cognitivos-trabajadores-agricolas-expuestos-plaguicidas ☆

PORTAL DEL ESTUDIANTE MAIL ESTUDIANTE ACADÉMICOS FUNCIONARIOS WEBMAIL EXALUMNOS PASTORAL CONVENIOS DE DESEMPEÑO     



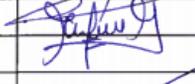
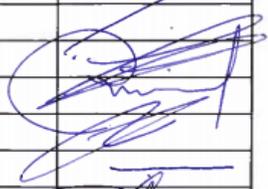
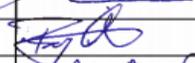
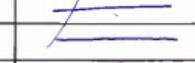
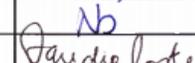
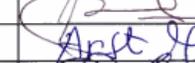
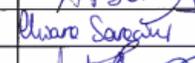
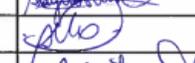
LA UNIVERSIDAD ▾ ADMISIÓN ▾ FACULTADES ▾ POSTGRADO INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN ▾ VINCULACIÓN ▾ BIBLIOTECA 

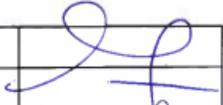
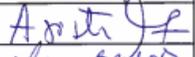
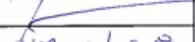
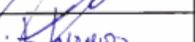
### PRESENTAN EL PRIMER INSTRUMENTO QUE MONITOREA EFECTOS COGNITIVOS DE TRABAJADORES AGRÍCOLAS EXPUESTOS A PLAGUICIDAS



## Anexo 12: Lista de asistencia a seminario regional

Lista de invitados SEMINARIO DE CIERRE SUSESO (MANUEL LARRAÍN. VIERNES 12 DE ABRIL 2019)

	CARGO	NOMBRE		FIRMA
1	ENCARGADO UNIDAD DE SALUD OCUPACIONAL SEREMI DE SALUD	GARRIDO	CHRISTIAN	
2	Unidad de Salud Ocupacional. SEREMI DE SALUD-MAULE	ROJAS	MARGARITA	
3	INDAP(MESA DE PLAGUICIDAS)			
4	INDAP(MESA DE PLAGUICIDAS)			
5	SAG (MESA DE PLAGUICIDAS)			
6	SAG (MESA DE PLAGUICIDAS)	Reyes	Emilio	
7	AFIPA	FLORES	ROXANA	
8	JEFE PREVENCIÓN DE RIESGOS MUTUAL	OLIVARES	JUAN PABLO	
9	ESPECIALISTA EN HIGIENE INDUSTRIAL	GARCIA	OSVALDO	
10	MEDICINA OCUPACIONAL	RAMIREZ	MARIA	
11	EXPOSITOR 1	PANCETTI	FLORIA	
12	EXPOSITOR 3	PARIS	ENRIQUE	
13	MUTUAL (ENFERMERA COORDINADORA MDT)	GUTIERREZ	MARIA GRACIELA	
14	ANAMURI	FUENTES	ANA MARIA	
15	PREVENCIONISTA (SURFRUT)	VERGARA	MAKARENA	
16	PREVENCIONISTA DE UNIFRUTTI	MARÍN	CÉSAR	
17	ESTUDIANTE EN PRÁCTICA UNIFRUTTI	MONCADA	IGNACIO	
18	DIRECTORA ESCUELA DE SALUD PUBLICA, UCHILE, FAC. MEDICINA	IGLESIAS	VERÓNICA	No
19	INVESTIGADORA PRINCIPAL REDES UCHILE-PUC-UCN-UCM	CORTES	SANDRA	
20	DIRECTORA DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA	OLIVARI	CECILIA	
21	DIRECTORA ESCUELA DE PSICOLOGIA	VALDEBENITO	MARIELA	
22	DIRECTORA DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA	MACAYA	MARLENNE	
23	DIRECTORA ESCUELA DE ENFERMERIA	GUERRA	VERÓNICA	
24	INVESTIGADORA POSTDOC UCM 1	ZUÑIGA	LILIANA	
25	INVESTIGADORA POSTDOC UCM 2	SARACINI	CHIARA	
26	COLABORADORA	MIRANDA	VERONICA	
27	COLABORADOR	JORQUERA	JAVIER	
28	COLABORADOR	PIZARRO	JAVIER	
29	COLABORADOR	LEYTON	IGNACIO	
30	COLABORADORA	TIZNADO	SOFIA	
31	COLABORADORA	MARTINEZ	JAVIERA	
32	DOCENTE ENFERMERÍA CURICÓ	ALFARO	DINA	
33	DOCENTE ENFERMERÍA CURICÓ	ESTRADA	KATHERINE	
34	DOCENTE ENFERMERÍA CURICÓ	SCHLEGEL	CRISTIAN	
35	PREVENCIONISTA UCM	RIQUELME	JOSÉ LUIS	
36	PREVENCIONISTA UCM	DOMINGUEZ	PAMELA	
37	PREVENCIONISTA IST	QUEZADA	GERALDINE	
38	Compañero SOFI	FUENTES	MARCELO	
39	INVESTIGADOR PRINCIPAL	LUCERO	BORIS	

40	CO-INVESTIGADORA	CEBALLOS	PAULA	
41	BIOTECNOLOGÍA - UCM	GORDILLO	FELIPE	
42	GESTORA DE VINCULACIÓN FACSA-UCM	SUAREZ	MÓNICA	
43	ACADEMICA ENFERMERÍA TALCA	LETELIER	CARMEN GLORIA	
44	ACADEMICA ENFERMERÍA TALCA	ABURTO	MARCELA	
45	ACADEMICA ENFERMERÍA TALCA	CACERES	MIRTHA	
46	ACADEMICA ENFERMERÍA TALCA	MONDACA	CARLA	
47	AGRONOMIA UCM	FREDES	CLAUDIO	
48	ENFERMERA UCM	ESPINOZA	ADRIANA	
49	COLABORADOR	MAUREIRA	NICOLAS	
50	Rocio Castro (Est. Enferm.)	Castro	Rocio	
51	Estudiante Enf. UCM.	Poblete	Jorda	
52	Estudiante Enf. UCM.	Burgos	Fernando	
53	Estudiante enf. UCM.	Villegas	Pia	
54	IST	Motales	Vania	
55	IST	Asternaz	Daniel	
56	Estudiante Enf. UCM	Herrera	Katherine	
57		Tuna	Cristina	
58	Estudiante Enf. UCM	De mendoza	Cristian	

## Anexo 13: Registro fotográfico seminario regional 12 abril 2019.



## Anexo 14: Publicación en periódico regional 02 de mayo 2019.

EC

6 Crónica | Talca

Jueves 2 de mayo de 2019

Instrumento es inédito en el país y se enfoca en la evaluación cognitiva

# Desarrollan test para monitorear efectos de plaguicidas en trabajadores agrícolas

**TALCA.** Los plaguicidas organofosforados son neurotóxicos y representan una amenaza para la salud de los trabajadores agrícolas de no tomarse las medidas de seguridad necesarias.

Más allá de la intoxicación aguda, en el país no se verifican las consecuencias que producen a nivel intelectual en este tipo de población cuando se exponen de manera crónica. No obstante, gracias al trabajo de un grupo de académicos de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica del Maule (UCM), ahora se podrá contar con un instrumento para abordar esta situación, el cual ha sido validado en población de trabajadores agrícolas permanentemente expuestos a plaguicidas.

Boris Lucero, doctor en Psicología, es director del

Solo en la Región del Maule, anualmente se venden más de 10 millones 310 mil kilogramos por litro de plaguicidas organofosforados, la mayoría de ellos son compuestos que se encuentran prohibidos o restringidos en Estados Unidos y Europa.

Centro de Investigación en Neuropsicología y Neurociencias Cognitivas explicó que el estudio realizado está enmarcado en un fondo que entrega la Superintendencia de Seguridad Social (Suseso) a través de las mutualidades. "Este trabajo lo hicimos con la Mutual de Seguridad acá en la Región del Maule y está dirigido a poder de-

sarrollar un instrumento de evaluación en los efectos neuropsicológicos en la exposición a plaguicidas", indicó el profesional.

Añadió que en esta zona la actividad agrícola es muy importante por el gran porcentaje de ruralidad. "Las empresas grandes agrícolas tienen la posibilidad de recibir vigilancia y ser fiscalizadas por la autoridad sanitaria. Pero tenemos muchos pequeños agricultores que no tienen ese beneficio. Un elemento importante a considerar es que hay protocolo de vigilancia de Salud Ocupacional para la aplicación de plaguicidas, pero podríamos decir que sólo se adscribe a las grandes empresas", indicó Lucero.

Por otro lado, las mutualidades son las encargadas de realizar el único examen que está relacionado con una toma de sangre a los trabajadores agrícolas y con eso lo que quieren ver es el nivel de acetilcolinesterasa



La Región del Maule es eminentemente agrícola y fuera de las grandes empresas del rubro, existe un sinnúmero de pequeño agricultor que está expuesto a los plaguicidas.

que tienen en el organismo. "Esta es la única medida para llegar a identificar el efecto de los plaguicidas en los trabajadores", enfatizó el psicólogo.

### TEST

El equipo de la UCM presenta por su lado el primer instrumento breve de Chile que monitorea efectos cognitivos de trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas. De sencilla y rápida aplicación, esta prueba puede levantar indicios de deterioro a nivel de velocidad de procesamiento y funciones ejecutivas.

"Es una batería de tests compuesta por instrumentos breves de medición del funcionamiento cognitivo, que tienen como características fundamentales que están a

libre disposición, son sencillos e implican poco tiempo de aplicación y corrección", sostuvo el académico.

A través de tres pruebas no verbales en las que el trabajador realiza una serie de tareas conductuales y de lápiz y papel; los investigadores lograron determinar que son efectivos para medir dos áreas: "velocidad de procesamiento, que tiene que ver con la respuesta motora y tiempo de reacción; y función ejecutiva que involucra atención, memoria, toma de decisiones, resolución de problemas, flexibilidad cognitiva, es decir, un conjunto de funciones que, según la literatura, se ven afectadas por los plaguicidas", indicó Lucero.

El test puede aplicarse para monitorear o levantar

indicios de deterioro cognitivo en los trabajadores, es decir, es un primer paso como lo advierte Boris Lucero. "No es una prueba diagnóstica, pero si alguien en el test tiene una disminución de su rendimiento, lo que debería suceder es que se derive a un especialista para que le haga un examen más profundo y determine si hay un problema declarado de salud", dijo.

Esta prueba validada es el resultado de casi dos años de estudio, en lo que se contó con la participación de más de 600 trabajadores de la Región del Maule, Nuble, Metropolitana y de Valparaíso, siendo parte de un proyecto de investigación e innovación Suceso-Mutual.

Karin Lillo

### ● Mutual de Seguridad

Para Juan Pablo Olivares, jefe regional de Prevención de Riesgos de la Mutual de Seguridad, este test constituye "una información relevante que fija un antes y un después para nosotros. Como Mutual de Seguridad, entregamos asesoría a las empresas y vemos que se sigue avanzando en cuanto a lo fitosanitario. Lo relevante es que fija un parámetro para el monitoreo de nuestros trabajadores".

Actualmente este tipo de pruebas no están contempladas en el Decreto Supremo 594, normativa que fija las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, por lo que Olivares manifestó que "esto requiere de políticas públicas para generar cambios, no obstante, por el área de estudio podemos generar algunos monitores con este test que nos permitan actuar de forma preventiva".

## Anexo 15: Presentación en canal regional Canal30 TV

06 de mayo 2019



<https://www.youtube.com/watch?v=2sNXYa4-rsI>

## Anexo 16: Comprobante de envío de artículo a revista científica.

https://mts.hindawi.com/submit/journals/bmri/public.health/ecthho/confirmation/

By using this website, you consent to the use of cookies as described in our [Privacy Policy](#)

**Manuscript Tracking System**  
Hindawi

Boris Lucero Update Account Logout

BioMed Research International

Indexed in Science Citation Index Expanded

Submit a Manuscript Author Activities

### Thank You for Submitting Your Manuscript

Your manuscript has been successfully submitted to "BioMed Research International" and assigned the manuscript number 7901760.

An acknowledgement email will be sent to balucero@gmail.com, pceballos@ucm.cl, mtmunoz@ucm.cl, creynaldos@ucm.cl, chiara.saracini@gmail.com when our system has finished processing the submission. At that point, you will be able to track the status of your submission. Please note, this may take a few minutes.

[Click here](#) to return to your account in the Manuscript Tracking System.

[Terms of Service](#) | [Privacy Policy](#)

https://mts.hindawi.com/author/7901760/

**Manuscript Tracking System**  
Hindawi

Boris Lucero Update Account Logout

Submit a Manuscript Author Activities

### 7901760.v1 (Research Article)

<b>Title</b>	Validation of a brief battery for the screening of neurotoxic effects in agricultural workers in Chile
<b>Journal</b>	BioMed Research International
<b>Subject Area</b>	Public Health
<b>Issue</b>	Exposure to Toxic Chemicals and Health Outcomes (ECTHHO)
<b>Manuscript Number</b>	7901760 (Research Article)
<b>Submitted On</b>	2019-06-24
<b>Author(s)</b>	Boris Lucero, PAULA CEBALLOS, MARIA-TERESA MUÑOZ-QUEZADA, CAROLINA REYNALDOS, CHIARA SARACINI
<b>Editor</b>	
<b>Status</b>	Under Review

[Terms of Service](#) | [Privacy Policy](#)