



**IV Congreso de Ciencias  
Sociales Agrarias**

**Editor**

Virginia Rossi 

Universidad de la República,  
Montevideo, Uruguay.

Eduardo Chia 

INRAE, Montpellier, Francia.

**Correspondence**

Daiana Peloché,  
dpeloché@fagro.edu.uy

Received 23 ene 2020

Accepted 20 mar 2020

Published 17 jul 2020

**Citation**

Peloché D, Benítez N, Pareja L,  
Bentacur O, Palladino C. Toma  
de decisiones e inocuidad:  
el caso de productores de ce-  
bada en Uruguay. *Agrociencia  
Uruguay* [Internet]. 2020 [cited  
dd mmm yyyy];24(NE1):347.

Available from:

<http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/347>

doi:

[10.31285/AGRO.24.347](https://doi.org/10.31285/AGRO.24.347)

## Decision making and food safety






the case of barley producers in Uruguay

## Toma de decisiones e inocuidad

el caso de productores de cebada en Uruguay

## Tomada de decisão e inocuidade

caso de produtores de cevada no Uruguai

Peloché, D. <sup>1</sup>; Benítez, N. <sup>1</sup>; Pareja, L. <sup>2</sup>; Bentacur, O. <sup>3</sup>; Palladino, C. <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Sociales, Paysandú, Uruguay.

<sup>2</sup>Universidad de la República, Cenur Litoral Norte, Departamento de Química del Litoral, Paysandú, Uruguay.

<sup>3</sup>Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Biometría, Estadística y Cómputo, Paysandú, Uruguay.

<sup>4</sup>Universidad de la República, Cenur Litoral Norte, PDU Abordaje holístico al impacto del uso de fitosanitarios, Paysandú, Uruguay.

### Abstract

Barley is an important crop in Uruguay, sown mainly through contracts with malting companies, with quality requirements for malting that do not contemplate the maximum residue limits (MRLs) of fungicides established by official bodies. Farmers present heterogeneity in organizational and productive aspects, generating different incentives for decision-making. The objective of this work is to know if safety is part of the decision-making of farmers, to understand how these decisions affect the safety of the grain, and to know their awareness of the



use of phytosanitary products. 27 farmer surveys were conducted to obtain information on farms, general management, barley management and sensitivity on the use of phytosanitary products. In addition, these results were linked with data on grain fungicide residues obtained in the farms of the respondents. Three groups of farmers were obtained with differences related to production systems, crop management and awareness of the use of phytosanitary products. The samples analysed showed residues of some of the fungicides, but these did not exceed the MRLs. In this study, a relationship between the productive decision-making of farmers and the food-safety of the grains could not be determined. Despite being an exploratory study, it was considered a good approximation to the state of food-safety in barley, and can generate innovative processes for the sustainability of production systems. This study is a starting point for future research on food-safe barley grains.

**Key words:** food-safety, sensitivity on pesticides use, diseases management, decision-making

## Resumen

La cebada es un cultivo de importancia en Uruguay, que se siembra principalmente mediante contratos con malterías, con requisitos de calidad para malteo que no contemplan los límites máximos de residuos (LMR) de fungicidas establecidos por organismos oficiales. Los agricultores presentan heterogeneidad de aspectos organizacionales y productivos, generando diferentes incentivos para la toma de decisiones. El objetivo de trabajo es conocer si la inocuidad forma parte de la toma de decisiones de los agricultores, comprender cómo dichas decisiones afectan la inocuidad del grano y conocer la sensibilización de los mismos sobre el uso de fitosanitarios. Se realizaron 27 encuestas a agricultores para obtener información sobre las explotaciones, manejo general, manejo de la cebada y sensibilidad sobre uso de fitosanitarios. Además, se vincularon estos resultados con datos de residuos de fungicidas en granos obtenidos en las chacras de los encuestados. Se obtuvieron tres grupos de agricultores con diferencias relacionadas a los sistemas productivos, el manejo de los cultivos y la sensibilización al uso de fitosanitarios. Las muestras analizadas presentaron residuos de algunos de los fungicidas, pero estos no superaron los LMR. En este estudio no pudo determinarse una relación entre la toma de decisiones productivas de los agricultores y la inocuidad de los granos. A pesar de ser un estudio exploratorio, se considera una buena aproximación sobre el estado de inocuidad en cebada y puede generar procesos innovadores para la sostenibilidad de los sistemas productivos. Este estudio es un punto de partida para futuras investigaciones relacionadas con la temática de inocuidad en granos.

**Palabras clave:** inocuidad, sensibilidad al uso de fitosanitarios, manejos sanitarios, decisiones

## Resumo

A cevada é uma cultura importante no Uruguai, semeada principalmente por meio de contratos com malterias, com requisitos de qualidade para o malte que não contemplam os limites máximos de resíduos (LMR) para fungicidas estabelecidos por organismos oficiais. Os agricultores apresentam heterogeneidade nos aspectos organizacionais e produtivos, gerando diferentes incentivos para a tomada de decisão. O objetivo do trabalho foi verificar se a inocuidade faz parte da tomada de decisões dos agricultores, entender como essas decisões afetam a inocuidade dos grãos e verificar se os agricultores são conscientes sobre o efeito do uso de produtos fitossanitários. Foram realizadas 27 entrevistas com agricultores para obter informações sobre suas fazendas, manejo geral, manejo da cevada e sensibilidade sobre o uso de produtos fitossanitários. Além disso, esses resultados foram vinculados a dados sobre resíduos de fungicidas nos grãos obtidos nas fazendas dos



entrevistados. Foram obtidos três grupos de agricultores com diferenças relacionadas aos sistemas de produção, manejo das culturas e conscientização sobre o uso de produtos fitossanitários. As amostras analisadas mostraram resíduos de alguns dos fungicidas, mas estes não excederam os LMR. Neste estudo, não foi possível determinar uma relação entre a tomada de decisão produtiva dos agricultores e a inocuidade dos grãos. Apesar de ser um estudo exploratório, é considerado uma boa aproximação sobre o estado de inocuidade da cevada e pode gerar processos inovadores para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Este estudo é um ponto de partida para futuras pesquisas relacionadas ao tema inocuidade de grãos.

**Palavras chave:** inocuidade, sensibilidade ao uso de produtos fitossanitários, manejo sanitário

## 1. Introducción

La agricultura juega un rol principal en la alimentación humana y, por lo tanto, en la seguridad alimentaria. En la actualidad las nuevas formas de producción generan debates y controversias sobre el verdadero rol de las mismas y la inocuidad de los alimentos que se consumen<sup>(1)</sup>.

El término *inocuidad* se refiere a la producción de alimentos que no causan daño a la salud de animales y/o personas y que no presentan niveles significativos de micotoxinas y plaguicidas<sup>(2)</sup>.

La inocuidad de los granos se construye a lo largo de toda la cadena productiva, siendo responsabilidad de todos los actores involucrados: agricultores, comercializadores, consumidores y el Estado a través de las políticas públicas. A pesar de ello, el agricultor presenta un rol preponderante en la inocuidad de los alimentos, al decidir las formas de producción<sup>(3)</sup>.

En Uruguay y la región, la producción agrícola ha sufrido una serie de transformaciones de índole socioeconómicas, territoriales y ambientales. Estos cambios presentan fuertes impactos en el sistema productivo, su competitividad, su sustentabilidad y su capacidad de impulsar bienestar social<sup>(4)(5)</sup>.

Con referencia a los cambios en los actores, surgen las llamadas empresas en red, que introdujeron cambios importantes en las pautas de producción. Dichos actores están contenidos en una gama amplia de agricultores que presentan una gran heterogeneidad en aspectos organizacionales y productivos. Las diferencias se relacionan con el tamaño de las empresas, el área de cultivos comerciales, la especialización hacia la agricultura, la

tenencia de la tierra, la mano de obra, el capital fijo por área, entre otras. Dichas cuestiones generan diferentes incentivos a la hora de tomar decisiones técnico-productivas<sup>(6)</sup>. Para ello los agricultores, planean, organizan, conducen y controlan los procesos técnico-productivos, económico-financieros y comerciales de sus unidades productivas<sup>(7)</sup>.

Estas decisiones se basan en el modelo de toma de decisiones que asume que las personas poseen racionalidad económica, con el objetivo de maximizar los beneficios de forma ordenada y lógica<sup>(7)</sup>. Por lo tanto, en este modelo de decisión agrícola se intenta mantener altos rendimientos y minimizar prácticas perjudiciales para el medio ambiente, a través de un equilibrio de la gestión de los insumos, asegurando el uso eficiente de fitosanitarios en la agricultura convencional<sup>(8)</sup>.

Si bien todos buscan maximización de beneficios, hay una gama amplia de actores que presentan una posición diferente, ya sea porque arriendan o no, por la escala de la empresa y otras situaciones organizacionales que generan diferencias a la hora de tomar decisiones técnico-productivas<sup>(9)</sup>.

Por otro lado, dentro de las transformaciones territoriales se destaca la fuerte expansión en lo que respecta al área de agricultura de secano. En la zafra 2017/2018, esta ocupaba 1.230.000 hectáreas, de las cuales los cultivos de verano representaban el 75 %<sup>(10)</sup>.

Los cultivos de invierno pasaron de ser el centro de las rotaciones en sistemas agrícolas con pasturas y laboreo convencional a colocarse en un sistema basado en siembra directa con agricultura continua con énfasis en el cultivo de soja, ocasionando un adelanto en las fechas de siembra<sup>(11)</sup>.



Dentro de los cultivos de invierno, el área de trigo disminuyó y el área de cebada tuvo un incremento importante entre la zafra 2010/2011 y zafra la 2017/2018<sup>(10)</sup>.

La cebada en Uruguay es el segundo cultivo de invierno en importancia, donde el 96 % del área sembrada se ubica en el litoral agrícola del país, destinándose principalmente al malteo en industrias locales<sup>(10)</sup>. La misma presenta altos requerimientos de calidad, lo que conlleva a exigencias severas por parte de la industria<sup>(11)</sup>, que establece contratos con los agricultores previo a la siembra.

Uno de los factores más importantes que limitan el logro de rendimientos y calidad en cebada son las enfermedades. Para el control de estas se ha incrementado el uso de fitosanitarios, lo que ha inducido cambios en la dinámica de las poblaciones de patógenos y sus problemáticas asociadas<sup>(12)</sup>.

Fusariosis de la espiga es una de las principales enfermedades, ya que, además de producir mermas del entorno al 14 % en el rendimiento<sup>(13)</sup>, ocasiona pérdidas de calidad del grano por la producción de micotoxinas como: DON (deoxinivalenol) y ZEA (zearalenona), nocivas para la salud animal y humana<sup>(14)</sup>. Otra enfermedad de importancia es la ramulariosis, que genera pérdidas de rendimiento que rondan el 70 % y 90 %, viéndose afectado principalmente el tamaño del grano<sup>(15)</sup>. Para reducir las pérdidas de rendimiento y calidad ocasionadas por las enfermedades los agricultores utilizan fungicidas, lo que aumenta el riesgo de exposición de los consumidores a sustancias químicas nocivas que pueden permanecer en los granos<sup>(16)</sup>.

En este contexto, a nivel internacional existen organizaciones como el Codex y la Unión Europea que establecen límites máximos de residuos (LMR) de los fitosanitarios para garantizar la inocuidad de los alimentos<sup>(17)(18)</sup>. A pesar del uso extendido de fitosanitarios en Uruguay, actualmente no se cuenta con LMR propios, y se utilizan los valores del Codex Alimentarius. Hasta el momento, la industria maltera no considera los LMR de fitosanitarios como parámetro de inocuidad para el recibo de granos en planta, aunque presenta requisitos en cuanto a la calidad e inocuidad del grano relacionados con la calidad maltera.

El monitoreo de este parámetro por parte de la industria, tomando como referencia los LMR internacionales, surge como una innovación que permite, por un lado, garantizar al productor que su grano se encuentra libre de fitosanitarios y, por otro lado, que los organismos oficiales controlen la inocuidad en los agroalimentos.

La innovación agrícola se entiende como un proceso combinado de cambio tecnológico, social, económico e institucional. Por lo tanto, la misma no se trata solo de adoptar nuevas tecnologías, sino que requiere un equilibrio entre la implementación de las técnicas y sus formas de organización. Se refiere a un proceso complejo que involucra diferentes actores y presenta variadas concepciones<sup>(19)</sup>. El monitoreo de los procesos permite a los actores involucrados generar aprendizajes y producir cambios que incluyan prácticas adecuadas, así como un control objetivo por parte de la industria y el impulso de políticas públicas. La implementación del monitoreo tendrá un rol importante en objetivar las discusiones generadas al respecto, y permitirá mejorar los modelos de decisión.

En línea con lo anterior, el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Uruguay (PENCTI) pone énfasis en la calidad de vida de la población. Uno de los aspectos que toma relevancia en la contribución de ciencia y tecnología para el país tiene relación con el monitoreo de los procesos productivos vinculados a la sustentabilidad de los sistemas y la generación de externalidades negativas de los mismos<sup>(20)</sup>.

Dada la problemática planteada, la principal hipótesis de trabajo es que las diferencias en la toma de decisiones de los agricultores presentan diferente inocuidad en el grano de cebada.

Con base en lo anterior, los objetivos de trabajo se dividieron en tres: primero, saber si la inocuidad forma parte de la toma de decisiones de los agricultores; en segundo lugar, comprender cómo las decisiones de producción tomadas por los agricultores afectan la inocuidad del grano, y, tercero, conocer la sensibilización de estos en relación con el uso de fitosanitarios.



## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Colecta de la información

El trabajo fue realizado en el año 2018 con agricultores de la zona litoral noroeste de Uruguay. El muestreo de los agricultores fue aleatorio y restringido con una población objetivo de 50 agricultores; de los cuales se seleccionaron al azar 27 para recopilar información, siguiendo la metodología de muestreo de Cochran<sup>(21)</sup>. La colecta de información se realizó mediante encuestas que recogían información cuantitativa y cualitativa a través de un cuestionario, además de una serie de preguntas de opinión.

Las encuestas permitieron indagar sobre cuatro grandes dimensiones relacionadas con: datos generales de la empresa, su gestión, el manejo de la cebada y la sensibilización en el uso de productos fitosanitarios (Cuadro 1). Las encuestas fueron dirigidas a personas responsables del manejo de las chacras, siendo los propios agricultores o técnicos encargados del manejo agrícola.

Cuadro 1. Principales variables analizadas en las encuestas de acuerdo con las dimensiones en estudio.

Dimensiones en estudio	Variables
Características de la empresa y el productor	Área total
	Tenencia de la tierra
	Tenencia agrícola
	Edad del productor
	Nivel educativo
Sistema de producción	Rotación con pasturas
	Puentes verdes
	Diversidad de cultivos
	Nº de cultivos de invierno
	Área por cultivo
Características del manejo sanitario en cebada	Rendimiento por cultivo
	Nº de productos utilizados
	Nº de aplicaciones
	Criterio profesional para la elección de productos
	Conocimiento de los productos a aplicar
	Lectura de etiquetas
	Criterio de aplicación
	Modo de aplicación
	Aplicador perteneciente a la empresa
	Camet de aplicador
	Problemas de efectividad de fungicidas
Registro de manejo	
Sensibilización en el uso de fitosanitarios	Participación en charlas de uso de fitosanitarios
	Manejo del término LMR
	Problemas de comercialización por LMR
	Opinión sobre residuos fitosanitarios en granos

Por otra parte, cada encuestado proporcionaba la muestra de grano de cebada de la chacra más representativa de su gestión, para el análisis de residuos de fungicidas que se utilizan en el control de las principales enfermedades de cebada, fusariosis de la espiga y ramulariosis<sup>(12)</sup>. El muestreo de grano, así como el procesamiento y el análisis del mismo, fue realizado por el Departamento de Química del Litoral (DQL). Los resultados de laboratorio de cada muestra fueron comparados con los LMR que establecen la Unión Europea (EU) y el *Codex Alimentarius* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fungicidas analizados y sus respectivos LMR de la Unión Europea (EU) y el *Codex Alimentarius*.

Fungicidas	LMRs (µg/kg)	
	Unión Europea	<i>Codex Alimentarius</i>
Azoxistrobin	1500	1500
Carbendazim	2000	500
Epoxiconazol	1500	-
Fluxapiraxad	2000	2000
Isopirazam	600	600
Piraclostrobin	1000	1000
Trifloxistrobin	500	500
Triticonazol	10	-
Protioconazol	200	200

### 2.2 Análisis estadístico

Un primer trabajo consistió en agrupar a los agricultores mediante la técnica multivariante, análisis Clúster. Se realizó con el *software* R (versión 3.5.1)<sup>(22)</sup>, usando la distancia de Gower, debido a que las variables fueron de tipo binaria, ordinal y cuantitativa. Luego se formaron los grupos mediante el algoritmo de Ward. A partir de los grupos armados se realizó el análisis de las diferentes variables de tipo cuantitativas, utilizando medias poblacionales e intervalos de confianza.



### 3. Resultados y discusión

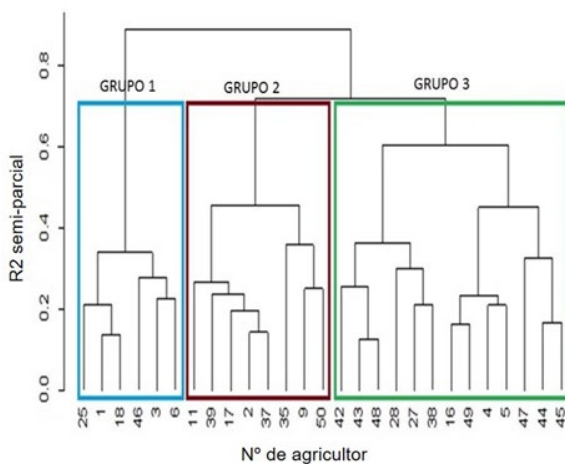
#### 3.1 Características de los grupos de agricultores

A partir de las encuestas realizadas, se pudo obtener una tipología de agricultores que está comprendida por tres grupos (Figura 1). El grupo 1 es el que reúne la menor cantidad de agricultores (6), el grupo 2 es un grupo intermedio (8), y el grupo 3 es el que agrupa la mayor cantidad de agricultores (13).

Los grupos de agricultores se encuentran asociados a las variables relacionadas con las características: de la empresa, de los agricultores, del manejo del sistema de producción, del manejo sanitario y de la sensibilización en el uso de fitosanitarios (Cuadro 3).

Con énfasis en las edades de los grupos, el grupo 2 es el que en promedio representa el grupo más joven, teniendo el 88 % de agricultores con menos de 50 años. El grupo 1 está representado por el 67 % de los agricultores con dicho rango de edad, y el grupo 3 cuenta con la menor proporción, estando el 62 % de los agricultores dentro de dicho rango de edad.

Figura 1. Dendrograma con tipología de agricultores.

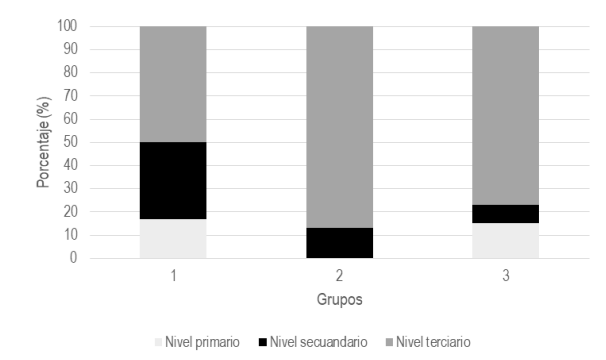


Cuadro 3. Diferencias en las variables con respecto a los tres grupos.

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Nº de productores	-	±	+
Edad de productores	±	+	-
Nivel educativo		±	-
Área total de la empresa	±	+	-
Área de cebada	±	-	
Largo de rotación	-	+	-
Rotación con pasturas	+		±
Nº de cultivos de invierno		+	-
Rendimientos de cebada	-	±	±
Nº de aplicaciones de fungicidas	±		
Criterio de elección de productos considerando profesional	-	+	
Aplicador perteneciente a la empresa	+	±	
Carnet de aplicador	+	-	±
Participación en charlas de uso de fitosanitarios	-	+	±
Opinión sobre residuos fitosanitarios en granos			±
Residuos de fitosanitarios en grano			±

Referencia: Los signos (-, +- y +) representan baja, intermedia o alta proporción de agricultores vinculados a cada variable.

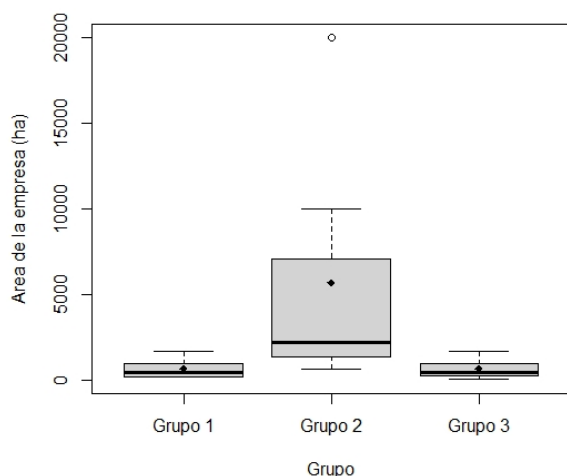
Figura 2. Porcentaje de nivel educativo por grupo de agricultor.



Por otro lado, en cuanto a las características de la empresa, difieren principalmente en el área total, siendo las empresas pertenecientes al grupo 2 las de mayor tamaño en promedio, y las del grupo 3 las de mayor variabilidad de tamaño. Las empresas del grupo 1 presentan un tamaño intermedio entre el grupo 2 y el 3 (Figura 3).



Figura 3. Separación de grupos por área total de las empresas. Grupo 1 presenta entre 100-2000 ha, grupo 2 >2000 y grupo 3 <2000 ha.



En lo que respecta a las formas de tenencia de la tierra, el grupo 2 presenta el 50 % del área bajo arrendamiento y el resto bajo formas de tenencia que no son 100 % propiedad; mientras que los grupos 1 y 3 tienen un porcentaje del área bajo medianería y el resto combina propiedad con arrendamiento y/o medianería. En cambio, cuando se observa únicamente la tenencia del área bajo agricultura, los tres grupos poseen el 50 % del área bajo forma de arrendamiento.

Estos resultados de tipología coinciden con la realizada previamente por Arbeletche y Gutiérrez<sup>(23)</sup> y Silva y otros<sup>(6)</sup> para empresas agrícolas, en general con datos censales, donde las empresas con mayor área presentan mayor porcentaje de la misma bajo forma de arrendamiento, mientras que las de menor tamaño presentan un porcentaje más alto de la tierra bajo forma de propiedad y/o medianería.

### 3.2 Decisiones de manejo vinculadas a los tipos de agricultores

En lo que refiere a manejo general, y más precisamente al sistema de producción, los tres grupos presentan un área de cebada que en promedio no supera las 500 ha; el grupo 2 es el que cuenta con una mayor área promedio y el grupo 3 con la menor (Cuadro 4). En cuanto a los cultivos de verano, todos los grupos presentan la mayor parte del área sembrada con soja y una menor proporción con gramíneas de verano (sorgo y maíz). A pesar de

que la inclusión de gramíneas de verano estivales en la rotación mejora el contenido de carbono y la estabilidad estructural, protegiendo al suelo de la erosión, los agricultores optan en menor medida por estas, dado que por soja obtienen mejores precios y mayores beneficios económicos para las condiciones de Uruguay<sup>(24)</sup>.

Cuadro 4. Área de cebada (ha) de los grupos de agricultores. Valor medio estimado y límites de confianza al 90 %.

Grupos	Media poblacional (ha)	Límites confianza 90%	
		Inferior (ha)	Superior (ha)
1	235	115	354
2	428	334	521
3	162	104	220

Por otra parte, en cuanto a la duración de las rotaciones, los grupos 1 y 2 presentan rotaciones con mayor duración que el grupo 3, donde el 50 % de los agricultores realizan rotaciones de más de dos años. Esta mayor duración se debe a la inclusión de más de un cultivo en la rotación, lo que podría generar mayor sustentabilidad de las mismas desde el punto de vista sanitario y de la erosión de suelos<sup>(25)</sup>.

En relación con la inclusión de pasturas en las rotaciones, el 83 % de los agricultores del grupo 1 la incluyen, en el grupo 3, el 31 %, mientras que el grupo 2 no incluye pasturas en la rotación, tomando otras alternativas de manejo. La presencia de las pasturas disminuye la probabilidad de erosión, mejorando el balance de nutrientes y carbono en suelo, lo que podría originar aumentos en el rendimiento de los cultivos posteriores. La no inclusión de pasturas en la rotación depende muchas veces del tipo de contrato de arrendamiento, su duración, rendimientos que pueda obtener en un año y el valor futuro de la tierra, entre otros<sup>(26)</sup>.

El grupo 2, que no incluye pasturas como alternativa de manejo, es el grupo que presenta mayor porcentaje de puentes verdes, alcanzando un 63 %. El grupo 1 tiene una proporción más baja de puentes verdes (17 %), siendo el grupo que presenta mayor porcentaje de pasturas; el grupo 3 incluye un 38 % de puentes verdes. La utilización



de cultivos de cobertura permite disminuir la erosión, proporciona más carbono y nitrógeno al suelo, y mejora la calidad física y biológica del mismo. Esta mejor calidad del suelo se refleja en mayores rendimientos de cultivos de invierno, como trigo y cebada<sup>(27)</sup>. Los productores que incorporan puentes verdes priorizan el verano frente al cultivo de invierno, lo que puede deberse a los márgenes obtenidos. Por lo tanto, dependiendo de la relación de precios de los cultivos, incorporan cultivos de invierno o puentes verdes a su componente invernal<sup>(9)</sup>. La implementación de otros cultivos de invierno diferentes a la cebada varía entre los grupos. El grupo 2, en su rotación, incorpora el cultivo de canola; los demás grupos siembran principalmente cebada y trigo. La baja inclusión de otros cultivos de invierno también se debe a las relaciones de precios.

En lo que concierne al manejo del cultivo de cebada, los rendimientos fueron mayores en el grupo 1 y menores en el grupo 3 (Cuadro 5). El grupo 2 presentó un rendimiento intermedio entre los otros dos grupos, y fue el que presentó mayor diversidad de cultivares de cebada.

Cuadro 5. Rendimiento de cebada en hectáreas (ha) de los grupos de agricultores. Valor medio estimado y límites de confianza al 90 %.

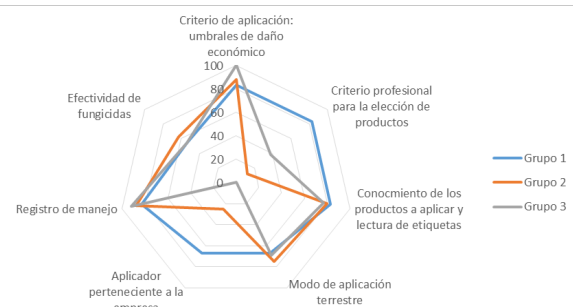
Grupos	Media poblacional (ha)	Límites confianza 90%	
		Inferior (ha)	Superior (ha)
1	2000	990	3010
2	1820	1058	2582
3	1750	1190	2310

En cuanto al manejo sanitario, los grupos presentan algunas diferencias. El número de aplicaciones de fungicidas entre los encuestados para la zafra analizada oscila entre 0 y 4. En el grupo 1, el 80 % de los agricultores realizan 2 aplicaciones, en el grupo 2, el 63 % de los agricultores realizan de 2 a 3 aplicaciones, mientras que en el grupo 3, el 62 % de los agricultores realizan entre 1 y 2 aplicaciones.

De acuerdo con la figura 4, al momento de realizar las aplicaciones el 100 % de los agricultores encuestados utilizan como criterio de decisión el

Umbral de Daño Económico (UDE). Este es el nivel de una determinada enfermedad que causa daño económico en la cosecha, cuyo valor es menor o igual al costo del control químico de la misma<sup>(28)</sup>. La utilización de UDE es muy efectiva para algunas enfermedades foliares en cebada. Sin embargo, en otras enfermedades, cuando se observan y/o se pueden cuantificar los síntomas, ya no es el mejor momento para el control, obteniendo así mayores pérdidas económicas, como es el caso de ramulariosis o fusariosis de la espiga<sup>(29)</sup>. En este contexto, se pueden realizar aplicaciones innecesarias, generando mayores pérdidas económicas al sumar las pérdidas en rendimiento ocasionadas por la enfermedad y el costo de la aplicación.

Figura 4. Características que involucran el control químico de enfermedades en cebada.



Al momento de decidir el tipo de fungicida para la aplicación, los agricultores de los grupos 1 y 2 declaran no tener en cuenta el consejo de un profesional, decidiendo principalmente de acuerdo con la relación de precios del producto y el beneficio que este otorga en el cultivo. Dado que el mercado de fungicidas presenta diferentes formulaciones de estos, varía el costo del fungicida y su eficiencia. En el grupo 3, la mitad de los agricultores sigue el consejo de un profesional, pero termina tomando una decisión de acuerdo con su propia experiencia frente a determinados fungicidas, además de considerar el costo-beneficio del mismo.

Cabe destacar que, a pesar de presentar diferencias en cuanto a la decisión de selección de los fungicidas, todos los agricultores realizan la aplicación de acuerdo con las recomendaciones del





comerciante, siguiendo las directrices de la etiqueta de los productos.

A pesar de declarar que siguen las recomendaciones de la etiqueta de los productos, aproximadamente el 60 % de los agricultores menciona presentar o haber presentado problemas de baja eficiencia de los fungicidas por lo menos una vez por zafra. Las causales de este hecho posiblemente se deban a errores en el diagnóstico de la sanidad del cultivo y/o medidas inapropiadas de manejo. Esto puede estar asociado a que el principal criterio de aplicación es el UDE, y este indicador no es el más adecuado para algunas enfermedades, como se mencionó anteriormente. Se nota la existencia de un peso importante del factor económico, pero no se considera en la misma medida la sostenibilidad del sistema. En general no se toma en cuenta la opinión del técnico. Este tema es muy importante, considerando que se generan pérdidas del 30 % de las cosechas a nivel mundial debido a pérdidas de rendimiento y/o calidad, por plagas y enfermedades<sup>(30)</sup>.

La aplicación de fitosanitarios se realiza de forma terrestre mediante mosquito en los diferentes grupos, existiendo diferencias en cuanto a la relación de dependencia del aplicador con la empresa. En el grupo 1, el trabajador pertenece a la misma empresa, mientras que en el grupo 3 se contrata el servicio de aplicador, y en el grupo 2 el 50 % de los casos pertenecen a la empresa. En la mayoría de los casos, el aplicador presenta carné de aplicador otorgado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), aunque se observa una relación entre la tenencia de la tierra y el carné de aplicador. El agricultor que es propietario no contrata al aplicador, la aplicación la realiza un empleado de la empresa, ya que, además, presenta maquinaria propia. Mientras que los agricultores que no son propietarios contratan el servicio de aplicación y solicitan carné de aplicador; estos resultados evidencian el requerimiento del carné para la contratación. Estas diferencias en el requerimiento del carné pueden deberse a que el agricultor que contrata el servicio exige una determinada calidad en la aplicación, además de la necesidad de constatar que el aplicador presenta los conocimientos para poder realizar correctamente su trabajo y tener los recaudos necesarios por la

peligrosidad de los productos. Mientras que el agricultor que no requiere carné para la aplicación confía en la realización del trabajo, ya que es para beneficio propio.

Con base en el seguimiento de los agricultores de sus actividades de chacra, la totalidad declara realizar un registro, mayoritariamente por temas económicos, para poder tener datos concretos de márgenes de la producción. En algunos casos, mencionan que, además de realizar el registro por motivos económicos, lo realizan para el seguimiento de las actividades. La realización de registro, aunque sea muy escaso, ayuda en la toma de cualquier decisión. Existe una relación directa entre la información con la que cuenta el agricultor y la toma de decisiones, donde a mayor información, mayor éxito en la toma de decisiones<sup>(31)</sup>. Destacándose que dicha información es el principio y el fin del ciclo información-decisión-acción<sup>(32)</sup>.

### **3.3 Diferencias en sensibilización sobre el uso de fitosanitarios de acuerdo con el tipo de agricultor**

En lo que respecta a sensibilización en el uso de fitosanitarios, los grupos presentan diferentes posturas. El grupo 1 demuestra un menor interés por la temática. Sin embargo, se caracteriza por participar en charlas sobre uso de fitosanitarios y declara mostrar interés en la presencia de residuos de fitosanitarios en granos. El grupo 2 no demuestra interés en mantenerse actualizado en la temática de fitosanitarios, ya que es el que menos participa en charlas sobre el uso de estos, y no demuestra preocupación por la problemática de residuos en grano. El grupo 3 es intermedio con respecto a los demás grupos.

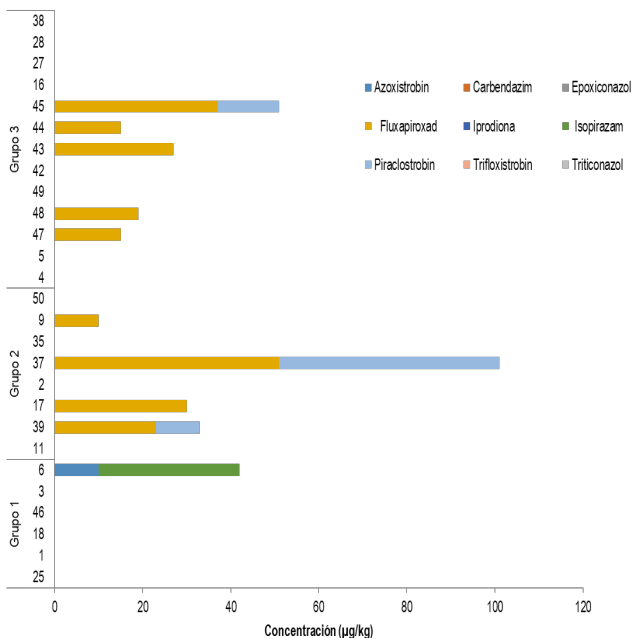
Los agricultores en general, independientemente del grupo, consideran que no existen demandas ni exigencias específicas por parte de la industria receptora sobre los residuos fitosanitarios en granos de cebada. Ya que hasta el momento no hay una normativa que contemple residuos de fungicidas durante el recibo del grano en planta.

Cuando se vincula a los grupos de agricultores con el nivel de residuos de fungicidas hallado, se puede observar que todos los grupos presentaron residuos (Figura 5). En el grupo 1, únicamente una



muestra presentó residuos de azoxistrobin e isopirazam. En el grupo 2, el 50 % de las muestras presentaron residuos de fluxapirroxad y piraclostrobin. En cambio, para el grupo 3 las muestras proporcionaron un 38 % de presencia de fungicidas azoxistrobin e isopirazam. A pesar de existir resultados positivos para la presencia de residuos de fungicidas en determinadas muestras, los mismos no superan los LMR establecidos por el *Codex Alimentarius* y la Unión Europea (Cuadro 2). Esto se puede explicar porque en general todos los grupos respetan las indicaciones expuestas en las etiquetas de los fungicidas utilizados, siguiendo las *Buenas Prácticas Agrícolas*. La aplicación de prácticas sustentables en el uso de insumos a su vez se ve incentivada por la búsqueda de una mayor eficiencia para dicho uso, debido a los altos precios y la búsqueda de mayores beneficios económicos.

Figura 5. Residuos de fungicidas de las muestras brindadas por los agricultores en estudio, elaborado con base en análisis realizados en el DQL - Cenur Litoral Norte-Udelar.



Con respecto a los análisis de fungicidas realizados en las muestras proporcionadas, si bien dicha determinación se realizó únicamente para los fun-

gicidas sugeridos para el manejo de las principales enfermedades de cebada (ramulariosis y fusariosis de la espiga), los resultados muestran que dichos manejos producirían un grano inocuo con relación a fungicidas.

Estos resultados constituyen una fotografía del cultivo de cebada, dado que corresponden a una zona en particular y contemplan solo una zafra productiva, por lo que se necesitarán más estudios en el área con el fin de tener mayor información de los procesos productivos, contemplando aspectos como la inocuidad y el impacto ambiental que esto ocasiona.

Actualmente, la agricultura enfrenta un gran desafío debido al aumento en la demanda social de los consumidores por alimentos inocuos<sup>(33)</sup>, y por los controles impuestos por los países importadores de agroalimentos<sup>(17)(18)</sup>. Uruguay utiliza la normativa para LMR de plaguicidas basada en el *Codex Alimentarius*<sup>(34)</sup>, pero debería caminar hacia la generación de datos propios.

En este contexto, se considera que los grupos de agricultores se posicionan de forma diferente frente a posibles cambios en las normas de producción, como por ejemplo el control de los LMR para fungicidas. El grupo 1 se mostró involucrado en la generación de aprendizaje, considerando que presenta mayor interés en la capacitación a través de charlas relacionadas al uso de productos fitosanitarios, y demuestra interés en la problemática de los residuos de estos en los granos. En cambio, el grupo 2 presenta menor interés en la participación en charlas sobre la temática, es el grupo que presenta mayor contratación de servicios, por lo que pueden trasladar el problema hacia este sector, no involucrándose directamente en la temática. Mientras tanto el grupo 3 se destaca por una mayor interacción entre agricultores e ingenieros agrónomos, dado que son los que más consideran el criterio profesional para la elección de productos químicos. Además de esta interacción, participan en charlas relacionadas a fitosanitarios y demuestran interés en residuos en granos, lo que los deja mejor posicionados frente a cambios en las normas de producción.



## 5. Conclusiones

Este estudio representa una buena aproximación sobre la toma de decisiones de los productores respecto al estado de inocuidad de los granos en relación a los fungicidas. A pesar de ser un estudio exploratorio, reducido en cuanto a población y que incluye solo una zafra productiva. Para los agricultores de cebada en estudio se lograron identificar tres tipos o grupos con diferencias en aspectos relacionados a los sistemas productivos, el manejo y la sensibilidad frente al tema de residuos de fungicidas.

La toma de decisiones se basa en incentivos económicos, por lo tanto, las decisiones ambientales, incluida la garantía de procesos productivos que aseguren la inocuidad de los alimentos, deberían estar reguladas por normas y, además, generar las condiciones necesarias para que todos los actores las puedan cumplir pensando en la heterogeneidad de situaciones.

Para este estudio no pudo determinarse una relación entre la toma de decisiones productivas de los agricultores y la inocuidad de los granos. A pesar de detectarse residuos de los fitosanitarios analizados, ninguno superó los LMR establecidos por los organismos internacionales. Pero al tratarse de un estudio que contempla solo una zafra, presenta un contexto económico coyuntural donde el alto precio de los insumos genera que los mismos deban ser utilizados más eficientemente para generar márgenes positivos, dado al bajo precio de los productos. En un contexto de mayor precio de los productos, en el que se garanticen mayores márgenes económicos, nos encontraríamos en otra situación, donde los agricultores no tengan la necesidad de ser eficientes en el uso de insumos, generando otros escenarios.

En lo referente a la sensibilización se encontraron diferencias entre los grupos de agricultores, y se pudo apreciar que estos presentan diferentes posiciones frente a posibles cambios en la normativa de control de residuos de fungicidas. Además, se mostraron abiertos a informarse y tomar acciones. De todos modos, se necesitan más instrumentos que puedan generar mayor sensibilidad en cuanto al uso de fitosanitarios y su importancia en la inocuidad de la cebada como agroalimento. Ello se

pudo detectar en la población en estudio, pero sería necesario extenderlo a todos los actores vinculados a la producción de alimentos.

La estrategia metodológica utilizada en este estudio puede ser trasladada a diferentes ámbitos para generar procesos innovadores que sirvan tanto para la sostenibilidad de los sistemas productivos como para monitoreo y control de los alimentos que se consumen. Además, los resultados servirán como punto de partida para otros estudios que abarquen una mayor población de productores, contemplen más de una zafra productiva, diferentes zonas agroclimáticas, e incluyan todo el paquete tecnológico utilizado en este cultivo.

## Agradecimientos

Al Espacio Interdisciplinario, Udelar, por el financiamiento del proyecto «Semillero 2018, Inocuidad del grano de cebada».

A los agricultores que accedieron a las entrevistas, ya que sin ellos el estudio no hubiera sido posible.

A Muela, A.; Taborda B.; Puigvert, F., del Departamento de Química del Litoral del CENUR Litoral Norte, Udelar, por el análisis de residuos de las muestras.

## Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron de igual forma al contenido.

## Referencias

1. La ciencia, la innovación y la transformación digital al servicio de la inocuidad alimentaria [Internet]. Rome: FAO; 2018 [cited 2020 Apr 03]. 4p. Available from: <https://bit.ly/2JBxBxr>.
2. Godoy A. Manejo de los granos en post de la inocuidad [Internet]. Salta (AR): INTA; 2017 [cited 2020 Apr 03]. Available from: <https://bit.ly/2UEOtK3>.
3. Inocuidad de los alimentos, un asunto de todos [Internet]. Rome: FAO; 2019 [cited 2020 Apr 03].



- 8p. Available from: <https://bit.ly/2yoOlpg>.
4. Arbeletche P. Análisis de la agricultura desde la perspectiva de la Economía Industrial: el caso de Uruguay [doctoral's thesis]. Alicante (ES): Universidad de Alicante; 2016. 239p.
5. Paruelo JM, Guerschman JP, Piñeiro G, Jobbágy EG, Verón SR, Baldi G, Baeza S. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia Uruguay*. 2006;10(2):47-61.
6. Silva M, Mondelli M, Arbeletche P, Pelocche D, Rosas F, Mazzilli S. Taxonomía organizacional de la agricultura uruguaya. Paper presented at: Desafíos para el desarrollo rural sostenible frente a los nuevos escenarios. III Congreso de Ciencias Sociales Agrarias.; 2016 Jul 20-22; Montevideo, Uruguay.
7. Torrado R. Diversidad y complejidad de los modelos de toma de decisiones y organización productiva en el sector agropecuario del Noreste Pampeano: aportes para la mejora de la extensión y el desarrollo rural [doctoral's thesis]. La Plata (AR): Universidad Nacional de la Plata; 2019. 313p.
8. Stetkiewicz S, Bruce A, Burnett FJ, Ennos RA, Topp C. Perception vs practice: farmer attitudes towards and uptake of IPM in Scottish spring barley. *Crop Prot*. 2018;112:96-102.
9. Rosas F, Arbeletche P, Mazzilli S, Silva ME, Pelocche D, Mondelli M. Cuantificación del impacto en el uso de recursos naturales y el medio ambiente de diversos sistemas productivos agrícolas por taxonomía organizacional. Montevideo: INIA; 2019. 79p. (Serie FPTA-INIA; 77).
10. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, DIEA (UY). Anuario Estadístico Agropecuario [Internet]. Montevideo: MGAP; 2018 [cited 2020 Apr 03]. 210p. Available from: <https://bit.ly/3aH1fgO>.
11. Castro A, Castro, M Germán S. Cambios en la oferta varietal de cebada: desafíos para la producción. *Revista Cangüé*. 2017;(38):6-12.
12. Pereyra S, Germán S. Relevancia y manejo de las enfermedades de cebada en Uruguay. Paper presented at: IV congreso Latinoamericano de Cebada Cervecera; 2013 29 Oct – 1 Nov; Bahía Blanca, Argentina.
13. Pereyra S, Stewart S. Manejo de enfermedades en cebada. In: *Jornada Técnica de Cultivos de Invierno*. Montevideo: INIA; 2004. p. 2-11. (Serie Actividades de Difusión; N° 357).
14. Goswami RS, Kistler HC. Heading for Disaster: *Fusarium Graminearum* on Cereal Crops. *Mol Plant Pathol*. 2004;5(6):515-25.
15. Pereyra S. Herramientas disponibles para el manejo de dos enfermedades relevantes de la pasada zafra: fusariosis de la espiga en trigo y ramularia en cebada. Paper presented at: *Jornada de Cultivos de Invierno*; 2013 Abril 17; Young, Uruguay.
16. Inoue T, Nagatomi Y, Suga K, Uyama A, Mochizuki N. Fate of Pesticides during Beer Brewing. *J Agric Food Chem*. 2011;59:3857-68.
17. Codex Pesticides Residues in Food Online Database [Internet]. Rome: FAO; [date unknown] - [cited 2020 Apr 03]. Available from: <https://bit.ly/3bHKIJs>.
18. European Commission. Pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits. Commission Regulation (EU) No 37/2010. Official Journal of the European Union [Internet]. 2010 [cited 2020 Apr 03]. 72p. Available from: <https://bit.ly/2UG2W8H>.
19. Klerkx L, Van Mierlo B, Leeuwis C. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: *Farming Systems Research into the 21st century: the new dynamic*. Netherlands: Springer; 2012. p. 457-83.
20. Ministerio de Educación y Cultura, DICyT (UY). Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Uruguay [Internet]. Montevideo: MEC; 2010 [cited 2020 Apr 03]. 55p. Available from: <https://bit.ly/3bOuyhq>.
21. Cochran WG. Técnicas de muestreo. México: Compañía Editorial Continental; 2000. 513p.
22. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Internet]. Version 3.5.3. Vienna: R Foundation for Statistical Computing;



- 2019 [cited 2020 Apr 03]. Available from: <http://www.R-project.org/>.
23. Arbeletche P, Gutiérrez G. Crecimiento de la agricultura en Uruguay: exclusión social o integración económica. *Pampa*. 2010;6:113-38.
24. Taboada M, Marelli HJ, Arce JM. Cultivos anuales y rotaciones eficientes para mejorar los suelos. *INTA Informa*. 2015;13(131):2-3.
25. Ernst O, Siri G. La agricultura en Uruguay: su trayectoria y consecuencias. In: Ribeiro A, Barbazan M, editors. *II Simposio Nacional de Agricultura*. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur; 2011. p. 149-63
26. Deininger K, Feder G. Land Institutions and Land Markets. In: Gardner B, Raussser G, editors. *Handbook of Agricultural Economics*. Amsterdam: North Holland Publishing; 2001. p. 288-331.
27. Rubio V. Cultivos de Servicio, Cultivos de Cobertura, Puentes Verdes ¿Es todo lo mismo?. *Revista INIA*. 2018;52:44-7.
28. López H. Estrategias integradas para el control de enfermedades de las plantas. *Rev Fac Nac Agron Medellín*. 2001;54(1-2):1251-73.
29. Pereyra S, Altier N. Desarrollo de epidemias en cultivos: análisis de sus componentes para un manejo integrado. In: Pereyra S, Díaz de Ackermann M, Germán S, Cabrera K, editors. *Manejo de enfermedades en trigo y cebada*. Montevideo: INIA; 2011. p. 19-35. (Serie técnica; 189).
30. FAO Frenar las plagas y enfermedades en la cadena alimentaria requiere un acción concertada [Internet]. Rome: FAO; 2017 [cited 2020 Apr 03]. Available from: <https://bit.ly/347DZ91>.
31. Gonzalez MR. *Sistemas de información para la empresa*. Alicante (ES): Universidad de Alicante; 2002. 269p.
32. Canos L, Pons C, Valero M, Maheut J. *Toma de decisiones en la empresa: proceso y clasificación*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2012. 9p.
33. Strada J, Ricca A, Conles M, Silva M, Rojas D, Casini C, Piatti F, Martínez M. Evaluación de residuos de plaguicidas en granos de maíz (*Zea mays* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.) posterior a la aplicación en el almacenamiento y en el campo. *Interciencia*. 2012;37(6):412-7.
34. República Oriental del Uruguay, Ministerio de Salud Pública. *Reglamento bromatológico Nacional*. Decreto N° 315/994 [Internet]. 1994 [cited 2020 Apr 03]. Available from: <https://bit.ly/3461uzo>.