

RESUMEN EXTENDIDO

Se plantean como hipótesis, que al aplicar pesticidas en los cultivos arroceros, el arroz pulido envasado contendrá dichos plaguicidas, y que además, el agua de riego colaborará en el aporte de los mismos. Por otro lado, estos plaguicidas estarán distribuidos en las distintas capas que componen el grano de arroz. Finalmente, la concentración de los residuos disminuirá con el proceso de cocción de arroz.

El arroz (*Oryza sativa L.*) es una planta semiacuática que se desarrolla en suelos inundados. Por su volumen de producción, es uno de los tres cereales de mayor importancia a nivel mundial, junto con el trigo y el maíz.

El grano de arroz está cubierto por una cáscara. Debajo de ésta, existen varias capas que forman el salvado de arroz, y juntas con el endospermo y el germen, componen la cariósida, más conocido como arroz integral.

Las principales provincias productoras de arroz en Argentina son: Corrientes y Entre Ríos con un 47,0 % y 31,0 %, respectivamente. Santa Fe, Formosa y Chaco aportan el 22,0 % restante. El principal sistema de riego de la provincia de Corrientes es por represas y en menor medida por extracción de agua de ríos o arroyos. En cambio, la provincia de Entre Ríos, utiliza como sistema de riego pozos profundos con unidades de bombeo, represas, ríos y arroyos. Las restantes provincias productoras consumen agua que se extrae de ríos y arroyos, lo que constituye su mayor fuente de irrigación.

Si bien, la provincia de Corrientes tiene la mayor producción primaria, es la provincia de Entre Ríos quién posee un volumen de procesamiento mayor, aproximadamente el 79,0 % de toda la producción nacional. El proceso industrial del arroz consiste en utilizar unos rodillos de caucho (descortezador) que giran a diferentes velocidades en sentidos opuestos. Éstos se alimentan con arroz con cáscara a una velocidad controlada, ésta etapa se denomina descascarado. De esta manera se obtienen dos corrientes, por un lado, la cáscara y por el otro, el arroz integral. A partir de esta última corriente y por medio de un proceso denominado molienda o pulido, en donde intervienen fuerzas de abrasión y/o fricción, se consigue el arroz blanco.

Los principales destinos de las exportaciones de arroz argentino son Chile y Brasil, abarcando el 34,1 % y 24,1 %, respectivamente.

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ, CON EL OBJETO DE POSIBILITAR LA EXPORTACIÓN

El arroz es susceptible a enfermedades fúngicas y al ataque por insectos, y esta es la razón de las aplicaciones de pesticidas en pre y poscosecha. Estos compuestos pueden permanecer en los granos inclusive luego de su procesamiento industrial y hogareño. Esto dependerá de su estructura química y propiedades fisicoquímicas, como por ejemplo, la solubilidad en agua, polaridad, log Kow, etc., y las características del producto crudo (por ejemplo, pH, cutícula, ceras y contenido de lípidos).

Los objetivos planteados en la elaboración de esta tesis fueron determinar el contenido de los seis compuestos más utilizados (azoxystrobin, cyproconazole, deltametrina, epoxiconazole, kresoxim – metil y penconazole) para el control de plagas del cultivo de arroz en la Región de Salto Grande; conocer el aporte de dichos plaguicidas por parte del agua de riego utilizada; estudiar la influencia del proceso industrial de obtención de arroz pulido en el contenido final de plaguicidas, y conocer su distribución en los productos y subproductos de la molienda del grano, verificando si se cumple con las legislaciones para poder exportar a otros destinos; determinar si el proceso de cocción modifica el contenido de pesticidas, y si el contenido residual genera un riesgo para la salud del consumidor.

Para la extracción de los pesticidas en arroz se utilizó la metodología QuEChERS, mientras que en agua, la microextracción en fase sólida. La cuantificación se llevó a cabo por cromatografía gaseosa, y la confirmación por espectrometría de masas.

Las metodologías desarrolladas y validadas para la cuantificación de los pesticidas en arroz, subproductos y agua fueron precisas y exactas, con límites de detección y cuantificación menores a los límites máximos de residuos permitidos por la legislación nacional e internacional. La presencia de estos compuestos fue evaluada en 100 muestras de arroz obtenidas en supermercados, encontrando que 94 de ellas presentaban al menos dos de los analitos simultáneamente. Luego, se evaluaron 100 muestras de agua de riego en campos arroceros de Argentina, encontrando residuos en 86 de las mismas. Para evaluar el efecto del procesamiento industrial sobre el contenido de pesticidas y su distribución en las distintas etapas, se analizaron 250 muestras, entre arroz con cáscara, arroz integral, arroz pulido, cáscara y salvado, obtenidas de la industria, encontrando que la etapa de pulido logró la mayor reducción de pesticidas.

Finalmente, se evaluó la distribución y reducción de los compuestos químicos usando tres métodos de cocción de arroz utilizados comúnmente en el hogar: el primero denominado tradicional, consistió en una parte de arroz por dos de agua, en el cual el arroz absorbe toda el agua. Para el segundo, se utilizó un parte de arroz por cinco de

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ, CON EL OBJETO DE POSIBILITAR LA EXPORTACIÓN

agua, lo que generó luego de finalizada la cocción, un exceso de la misma. El tercer método consistió en realizar un remojo previo del arroz por 12 horas y luego realizar una cocción con exceso de agua, tal como se explico en el segundo método. El agua de lavado y remojo reduce sólo 0,4 a 4,3% del contenido inicial de los pesticidas estudiados. Sin embargo, la cocción permitió reducir 20,7 a 57,7%, 32,7 a 70,4%, y 69,7 a 87,5% para el método tradicional, con exceso de agua y con remojo previo, respectivamente. Pudo observarse que el remojo previo del arroz antes de cocinar con exceso de agua demostró ser el método que genera la mayor reducción de residuos de pesticidas. Por este motivo, se realizó un diseño de superficie de respuesta, realizando una optimización de variables múltiples, para lograr las condiciones de cocción que permitan minimizar la concentración de los contaminantes.

Se estimó el riesgo para la salud humana en Argentina asociado al consumo de arroz. La ingesta diaria estimada de cada pesticida fue inferior al 0,2%, 0,1 y 1,1% de la ingesta diaria admisible, para hombres, mujeres y niños, respectivamente. Se estimó el índice de peligro, y fue inferior a 1 en todos los casos, mostrando un riesgo potencial bajo para la salud humana en términos de ingesta de residuos. Sin embargo, es importante destacar que el arroz se consume como una guarnición y, por lo tanto, se acompaña con otros alimentos que podrían aportar al nivel de riesgo del consumidor.

Se evaluó si el arroz blanco puede ingresar a otros destinos de exportación como la unión europea.

Como conclusión, se desarrollaron metodologías analíticas para la determinación simultánea de los pesticidas más utilizados en arroz en Argentina mediante cromatografía gaseosa y espectrometría de masas, en arroz, agua y subproductos de la molienda. Se corroboró que el agua de riego contenía residuos de plaguicidas. Se verificó la distribución de los compuestos a lo largo del procesamiento industrial, verificando que la etapa de pulido genera la mayor reducción. De la evaluación de los métodos de cocción de arroz se estableció que el remojo previo acompañado de una cocción con exceso de agua permite reducir 69,7 a 87,5% del contenido inicial. El riesgo a la salud por consumo de arroz en nuestro país no es significativo, pero es sólo un componente de una dieta bien equilibrada y se deberían analizar los riesgos asociados a la dieta completa. Se observa que ningún pesticida en estudio supera los límites máximos de residuos establecidos por la Unión Europea, esto indica que se podría exportar a dicho destino. En 36 muestras el epoxiconazole supero el límite establecido por la legislación nacional.