

Tesista: Danila Merino

Título al que aspira: Doctor en Ciencia de Materiales, UNMdP

Tema: “Desarrollo de bioinsumos innovadores para su aplicación en la agricultura moderna”

Directora: Dra. Vera Álvarez

Codirectora: Dra. Claudia Casalongué

Lugar de Trabajo: Facultad de Ingeniería, UNMdP

Fecha de Defensa: 8 de marzo de 2019

Jurados:

Dra. Graciela B. Gavazzo (UNAM)

Dra. Laura Foresti (CONICET)

Dr. Leandro Ludueña (CDS, CONICET – UNMdP)

Resumen

A lo largo del tiempo, el constante crecimiento de la población ha impulsado la producción intensiva de alimentos, lo que ha dado lugar al uso excesivo de agroquímicos, tales como pesticidas y fertilizantes. Actualmente, se estima que la población mundial llegará en el 2050 a los 9 mil millones y que la producción mundial de alimentos se incrementará entre un 70 y un 100% para satisfacer tal demanda. En este escenario, el medio ambiente y la salud pública se verán comprometidos y el sector agrícola deberá enfrentar el desafío de producir grandes cantidades de alimentos y reducir los niveles de contaminación actuales. Serán necesarios materiales que logren su efecto específico sobre la planta o sus productos, y que puedan ser desechados sin producir efectos negativos sobre el medio ambiente. En este contexto, el desarrollo de agroinsumos innovadores de origen natural representa una alternativa altamente beneficiosa para la salud humana y el medioambiente. Una introducción a esta problemática se presenta en el Capítulo 1 de esta Tesis. Adicionalmente, en esa sección se plantean los objetivos e hipótesis consideradas. En forma resumida, se plantea el desarrollo de dos líneas de agroinsumos innovadores:

1. Nanoarcillas con actividad antibacteriana y antifúngica contra patógenos de plantas de interés alimenticio, particularmente del sector hortícola, y con capacidad elícitor, es decir, con la capacidad de proteger a estas plantas mediante la estimulación de sus mecanismos de defensa innatos.
2. Acolchados agrícolas biodegradables y basados en materiales de origen biológico, es decir, provenientes de fuentes renovables, con propiedades protectoras, antimicrobianas y/o bioestimulantes para los cultivos.

Particularmente, en el Capítulo 2 de esta Tesis se obtuvieron las nanoarcillas Bent-Q (Parte A) y Bent-Pro (Parte B) mediante la combinación de la arcilla bentonita con el polímero quitosano, y bentonita con el aminoácido L-prolina, respectivamente. Se estudiaron las condiciones óptimas de reacción y sus propiedades químicas, estructurales y biológicas. En dicho Capítulo se incluyó adicionalmente, en forma de Anexo, el análisis de mercado y rentabilidad para una empresa spin-off dedicada a la producción y comercialización de uno de los agroinsumos desarrollados.

En el Capítulo 3 se presentan los resultados del desarrollo y caracterización de diversos tipos de acolchados agrícolas biodegradables a base de almidón de maíz, mezclas de almidón de maíz con quitosano y microcompuestos de alginato. En este contexto, se describe la oxidación del almidón de maíz y la preparación de películas termoplásticas nanocompuestas con la nanoarcilla Bent-Q (Parte A), se estudió la fosfatación del almidón por dos métodos diferentes: modificación en suspensión acuosa y modificación por extrusión reactiva, y el efecto que produce sobre estos últimos materiales un recubrimiento de quitosano (Parte B). A continuación, se evaluaron para esta aplicación las mezclas almidón de maíz-quitosano en la preparación de películas compuestas utilizando micropartículas de un alga marina como relleno (Parte C). Finalmente, se evaluó el desempeño de acolchados agrícolas aplicados mediante pulverización, utilizando el polímero alginato como matriz y micropartículas de alga como relleno bioestimulante (Parte D). De esta manera, a lo largo de este Capítulo, se presentan los resultados de la caracterización química, estructural, óptica, mecánica, biológica y la biodegradación e interacción con el agua de estos materiales entre otras propiedades, y se analizaron los resultados obtenidos considerando que el desarrollo de agroinsumos innovadores amigables con el ambiente, desde su proceso de obtención y hasta su disposición final, constituye una diferenciación y tiene gran futuro por contribuir al desarrollo sostenible de alimentos y al mejoramiento de la calidad de vida de los productores y consumidores.

Finalmente, se presentan las Conclusiones y a continuación se incluyen las secciones correspondientes a los Anexos, Trabajos futuros y Publicaciones enmarcadas en esta Tesis.

Abstract

Over time, the constant growth of the population has driven the intensive production of food, which has led to the excessive use of agrochemicals, such as pesticides and fertilizers. Currently, it is estimated that the world population will reach, in 2050 to 9 billion and that world food production will increase between 70 and 100% to meet such demand. In that scenario, the environment and public health will be compromised and the agricultural sector will have to face the challenge of producing large quantities of food and reducing current levels of contamination. There will be needed materials that achieve their specific effect on the plant or its products, and that can be discarded without producing negative effects on the environment. In this context, the development of innovative agricultural inputs of natural origin represents a highly beneficial alternative for human health and the environment. An introduction to this problem is given in Chapter 1 of this Thesis. Additionally, in that section the objectives and hypotheses considered are stated. In summary, the development of two lines of innovative agricultural inputs is proposed:

1. Nanoclays with antibacterial and antifungal activity against pathogens of plants of nutritional interest, particularly of the horticultural sector, and with elicitor capacity, that is, with the capacity to protect these plants by stimulating their innate defense mechanisms.
2. Biodegradable agricultural mulches based on materials of biological origin, that is, from renewable sources, with protective, antimicrobial and / or biostimulant properties for crops. Particularly, in Chapter 2 of this Thesis the Bent-Q (Part A) and Bent-Pro (Part B) nanoclays were obtained by combining the bentonite clay with the chitosan polymer, and bentonite with the amino acid L-proline, respectively. The optimal reaction conditions and their chemical, structural and biological properties were studied. This Chapter included, in the form of an Annex, the market analysis and profitability for a spin-off company dedicated to the production and marketing of one of the developed agro-inputs.

Chapter 3 presents the results of the development and characterization of various types of biodegradable agricultural mulches based on corn starch, mixtures of corn starch with chitosan and, alginate microcomposites. In this context, the oxidation of corn starch and the preparation of nanocomposite thermoplastic films with the Bent-Q nanoclay (Part A) were studied. In addition, the phosphorylation of the starch was studied by two different methods: modification in aqueous suspension and modification by reactive extrusion, and also the effect of a chitosan coating on their properties was assessed (Part B). Next, corn starch-chitosan mixtures were evaluated for this application in the preparation of composite films using seaweed microparticles as filler (Part C). Finally, the performance of agricultural mulches applied by spray was evaluated, using alginate polymer as matrix and algae microparticles as biostimulant filler (Part D). In this way, throughout this chapter, the results of the chemical, structural, optical, mechanical, biological characterization, biodegradation and interaction with water of these materials, among other properties, are presented. The results obtained were analyzed considering that the development of innovative agro-inputs that are friendly to the environment, from the process of obtaining to their final disposal, constitutes a differentiation and has a great future because it contributes to the sustainable development of food and to the improvement of the quality of life of producers and consumers.

Finally, the Conclusions are presented, followed by the sections corresponding to the Annexes, Future works and Publications framed in this Thesis.