

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ALIMENTOS

Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Efecto de un sistema de liberación prolongada de urea en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y en la calidad del grano cosechado durante su almacenamiento en atmósferas modificadas

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

Presenta:

MC. Anayza Echevarría Hernández

RESUMEN

La urea es esencial para todos los cultivos, debido al alto contenido de nitrógeno (N: 46%) que posee, estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, determina en mayor medida el rendimiento y mejora la calidad del grano al ser constituyente de la clorofila y los aminoácidos que intervienen en la síntesis de proteínas. El N, se pierde mediante procesos de lixiviación y volatilización, reduciendo el potencial de rendimiento de los cultivos y la calidad de sus granos. El noroeste de México es la región de mayor producción de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) del país, siendo Sonora el segundo estado en su producción con más de 55 mil t ha⁻¹ (29.49%) de las 188 mil t ha⁻¹ (89.15%) que produce a nivel nacional, de ellas el 28% de la producción es para la exportación. Determinar la efectividad de un sistema de liberación prolongada de urea en el cultivo de garbanzo y en la calidad del grano cosechado durante su almacenamiento con atmósferas modificadas, fue el objetivo de este trabajo. Durante la investigación, se elaboró y caracterizó un sistema de liberación prolongada (SLIP) de urea en polvo, utilizando tres métodos de secado (liofilización, túnel y estufa). Además, se evaluó la efectividad del sistema obtenido por el mejor método de secado, en el desarrollo del cultivo de garbanzo, el rendimiento y sus componentes; así como, en la calidad de los granos cosechados. Por otra parte, se seleccionaron los mejores tratamientos al final la cosecha y se evaluó el efecto de las atmósferas modificadas (ATM) en la calidad del grano durante su almacenamiento. Para ello, se emplearon dos concentraciones de CO₂ (50 y 80%), con un residuo de O₂ (10 y 6%) y un saldo de N₂ (40 y 14%), en almacenamiento hermético del grano, en tres tiempos de exposición (0, 3 y 6 meses). En cada tiempo de exposición se evaluaron los parámetros de calidad a la semilla y el grano. Como resultados, se seleccionó el SLIP obtenido por el método de secado túnel, con el menor tiempo y mayor capacidad de secado. En la caracterización SEM, se observó una superficie rugosa y estructuras porosas, que promediaron en tamaño 18µm de su diámetro.

Los estudios FT-IR corroboraron la existencia de interacciones a través de enlaces de hidrógeno entre la urea y las proteínas del gluten. El análisis Termogravimétrico (TGA) mostró una estabilidad térmica de 200°C y la cinética evaluada en agua manifestó un 38% de liberación de la urea en los primeros 10 minutos, alcanzando el equilibrio de difusión a las 24 horas con el 86.35%. En los ensayos de campo, se observó un mejor comportamiento en los tratamientos con SLIP, con respecto a los de urea convencional, destacándose la mayor dosificación (SLIP-150 kg ha⁻¹), en todos los componentes y los rendimientos oscilaron entre 2,15 y los 3 ton ha⁻¹. Así mismo, los tratamientos SLIP-75 y 150 kg ha⁻¹ y N-150 kg ha⁻¹), fueron seleccionados para los siguientes ensayos, por su mejor comportamiento. En el almacenamiento, se observó disminuciones en el CO₂ tanto para las concentraciones de 50% (3.9 y 4.9%), como para 80% (23.1, 22.1, y 25.2%), en todos los tiempos de exposición de los tratamientos. En términos de concentración de O₂, hubo un incremento del mismo en ambas concentraciones (3.9, 3.9 y 3.6%), respectivamente. Por otro lado, hubo una rápida adsorción del agua y diferencias significativas entre los tratamientos durante las primeras horas; posteriormente, todos los tratamientos al alcanzaron el 100% de absorción a las siete horas. La cocción y textura se alcanzó a los 90 min en todos los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos. Las ATM en ambas concentraciones no afectaron el color de los granos para los diferentes tiempos de exposición. La germinación y el vigor se vieron favorecidos con las concentraciones CO₂ al 50% y fueron disminuyendo paulatinamente para las concentraciones CO₂ al 80%. De manera general, los SLIP presentaron un efecto favorable en todos los parámetros evaluados, corroborando una vez más, su alto potencial para ser implementados como una alternativa de fertilización en la agricultura. Así mismo, el uso de las ATM, no afectan los parámetros de calidad del grano durante el almacenamiento, característica deseable que tributa favorablemente en la calidad del grano.