

## RESUMEN

LYRA, G.P. **Aplicación de cenizas de la industria sucroalcoholera como biopuzolana y fertilizante K: caña de azúcar y caña energética.** 2023, 179 p. Tesis (Doctorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

Una alternativa para reducir el consumo de materias primas y los impactos ambientales derivados de la producción de cemento Portland es la sustitución parcial del clínker por adiciones minerales a partir de subproductos agroindustriales. La presente investigación tuvo como objetivo investigar los efectos de la extracción de potasio sobre la reactividad de las biopuzolanas a partir de cenizas puras de caña de azúcar y caña energética, y evaluar las ganancias ambientales potenciales de su uso en compuestos de cemento Portland, buscando producir cenizas reactivas y sostenibles que puedan ser utilizadas como puzolanas, y potasio para su aplicación como fertilizante. La caña energética y la caña de azúcar se caracterizaron morfológicamente mediante microscopio electrónico de barrido y espectroscopia de energía dispersiva de rayos X, y se analizó el suelo recolectado durante la extracción de ambas variedades. Ambas cañas fueron calcinadas a una temperatura de 600 °C con una velocidad de calentamiento de 4 °C/min y un tiempo máximo de exposición de 120 min. Luego de la quema, las cenizas fueron lavadas para la extracción de potasio, cloro y azufre y molidas para obtener el mismo rango granulométrico, luego se realizó el análisis de la solución extraída del lavado, y en las cenizas los análisis de masa específica real, granulometría láser, fluorescencia de rayos X, pérdida al fuego, difracción de rayos x, termogravimetría, microscopía electrónica de barrido con espectroscopia de energía dispersiva de rayos X, y determinación de sílices amorfa y cristalina. En pastas de hidróxido de calcio y puzolanas se realizó análisis de fijación de cal por termogravimetría, microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de energía dispersiva de rayos X, evaluación de reactividad puzolánica por conductividad y pH, y método de Frattini. En las pastas de puzolanas y cemento se realizó la prueba de porosidad por intrusión de mercurio. Se evaluó la influencia de la ceniza de caña energética, caña de azúcar y humo de sílice en el comportamiento de los morteros de cemento Portland, con ensayos de masa específica, absorción de agua, porosidad aparente, resistencia a la compresión y carbonatación acelerada. Se utilizó la técnica de Evaluación del Ciclo de Vida para evaluar los impactos ambientales potenciales de los morteros con reemplazo parcial de ceniza de caña energética, ceniza de caña de azúcar y humo de sílice en comparación con el mortero de referencia (sin reemplazos). La quema de caña energética genera un 78% más de ceniza por hectárea en

comparación con la caña convencional, las cenizas de hoja de la caña energética presentaron mayor cantidad de sílice que la caña de azúcar, por otro lado, los tallos presentaron un alto contenido de potasio. El análisis de la solución de lavado de ceniza indicó la posibilidad de utilizar esta solución en fertirrigación debido a los altos valores de potasio y azufre que se solubilizaban en el agua. El humo de sílice, la paja de caña de azúcar, la paja de caña energética y la mezcla de caña energética (tallo y paja) fueron las cenizas que presentaron alta puzolanicidad. Los morteros con sustitución del 10% de ceniza de caña de azúcar y el 10% de caña energética, fueron los que presentaron mejores resultados en cuanto a resistencia mecánica. En general, la sustitución de contenidos superiores al 10% de caña de azúcar y cenizas de caña energética mejora considerablemente el comportamiento ambiental de los morteros, debido al menor consumo de cemento, los coproductos generados en la extracción de sacarosa, como filtro y vinaza, y el potasio extraído del lavado de las cenizas, que evitan la producción de agroquímicos para la agricultura. Teniendo en cuenta el comportamiento ambiental y la resistencia a la compresión, los morteros con mejores resultados son aquellos con un 10% de caña energética, ya que alcanzan los valores más altos de resistencia a la compresión y buenos valores de desempeño ambiental. Por lo tanto, la ceniza de la caña de azúcar y la caña energética se puede utilizar para su incorporación en materiales cementantes, especialmente la ceniza de caña energética. Sin embargo, el potasio y el cloro deben extraerse hasta que estén dentro de los niveles aceptables para su uso en compuestos de cemento.

**Palabras clave:** cemento portland, adiciones de minerales puzolánicas, valorización de subproductos agroindustriales, potasio, análisis de ciclo de vida.