

Calidad de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponia

Alemán-Coronel, Alejandra¹; Morales-Flores, Francisco Javier^{2*}; Salas-Luévano, Miguel Ángel¹.

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Agronomía. Carretera Zacatecas-Guadalajara km. 15.5. CP 98170, Zacatecas, Zacatecas, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, C.P. 78600, México.

*Autor para correspondencia: franciscojmf@colpos.mx

Problema

México es el mayor consumidor de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) en forma de nopalito o también conocido como nopal verdura (cladodio inmaduro) y cada habitante consume en un año 6.7 kg. El nopal es considerado un alimento funcional para tratar la diabetes, por su riqueza de fibra dietética y la calidad nutritiva del nopal verdura está relacionada con su composición mineral, donde incluye características como apariencia (frescura, turgencia y color), dimensiones (delgados, chicos o medianos) y forma (de raqueta). El nopal es una cactácea cultivada desde hace aproximadamente 8,000 años en el centro de México. México registra más de 150 especies de las cuales el 99% son comestibles. El género *Opuntia* L. es el más utilizado por su consumo como “nopalitos” o “nopal verdura”, y se cultiva de forma intensiva para obtener un mayor número de cortes al año con lo que permite registrar altos rendimientos por superficie; sin embargo, la producción intensiva conlleva el riesgo de producir inadvertidamente bajos rendimientos o ausencias de nutrientes. La teoría del elemento faltante (ausencia de Nitrógeno Fósforo o Potasio) y su efecto en la producción de nopalitos para verdura ha sido poco estudiado en el nopal, por lo que y considerando que la especie es una valiosa alternativa de cultivo intensivo para zonas semiáridas se requiere demostrar el crecimiento y calidad del nopal verdura ante la ausencia de algún nutriente bajo hidroponía y agricultura protegida.

Solución planteada

Para demostrar la influencia de la ausencia de algún elemento nutritivo en la producción bajo hidroponía, se prepararon cladodios de nopal (*O. ficus-indica* L. Mill.) de un año de cultivares definidos (en este caso, “Villanueva”, “Copena V1”, “Jalpa” y “Copena F1”)

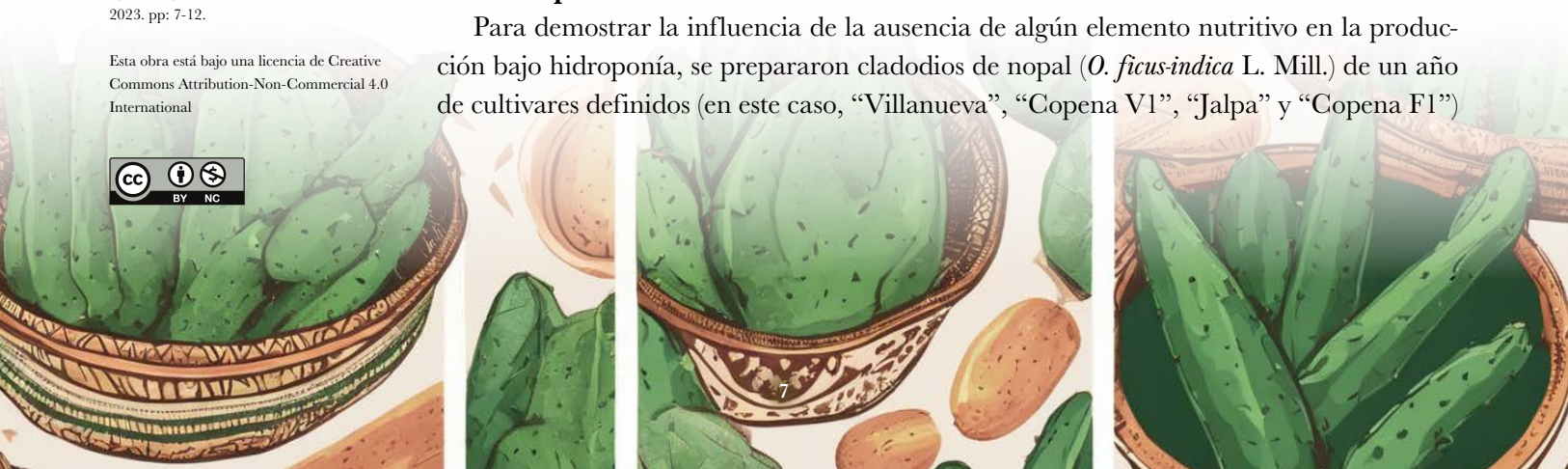
Cómo citar: Alemán-Coronel, A., Morales-Flores, F.J. & Salas-Luévano, M. A. (2023). Calidad de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponia. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/adv.315.258>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Diciembre 2023.

Agro-Divulgación, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 7-12.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



en invernadero en macetas con tezontle como sustrato de 0.2 a 12.7 mm de partícula, desinfectado con hipoclorito de sodio (0.2%) durante 24 h para eliminar microorganismos fitopatógenos. Todos los cladodios sembrados fueron seleccionados de una huerta madre con características morfológicas semejantes, se desinfestaron con caldo bordelés, y después de cicatrización fueron sembrados. El riego fue de 250 mL durante 30 días para favorecer el enraizamiento. El arreglo de las macetas fue equivalente a 12 000 plantas ha⁻¹.

Para evaluar la ausencia de un elemento nutritivo faltante se preparan soluciones con base en productos comerciales: Nitrato de potasio, KNO₃; Nitrato de calcio sólido, Ca(NO₃)₂, Fosfato monoamónico, NH₄H₂PO₄, Fosfato monopotásico, KH₂PO₄, Ácido fosfórico, H₃PO₄, Sulfato de potasio, K₂SO₄, Sulfato de calcio, CaSO₄. (Cuadro 1). Los fertilizantes de baja solubilidad se disolvieron con anticipación para agregarse a la solución; en seguida se agregan los productos de reacción ácida, y finalmente se adicionaron los micronutrientes. Además se aplicó igual cantidad de micronutrientes para las cuatro formas de evaluar la ausencia de elementos nutritivos: Magnesio (40), Sodio (4), Hierro (1.44.), Manganeso (0.90), Cobre (0.12), Zinc (0.10), Boro (3.9), Molibdeno (0.05).

La experimentación fue desarrollada completamente al azar usando tres repeticiones para definir una respuesta medible. Para mostrar el efecto del elemento faltante en el crecimiento de pencas de nopal se evaluaron características evidentes como dimensiones de la penca de nopal (largo, ancho, grosor del cladodio) durante varias semanas (Figuras 1, 2, 3).

La respuesta medida de las características de la penca de nopal con respecto al desarrollo de una penca con nutrición completa con N, P, K fue considerada con un valor igual a 1.0, por lo cual, un valor mayor a uno implica que la penca es mayor en esa dimensión, implicando una influencia positiva en las características de la penca. Un valor menor a uno implica que la penca es menor en esa dimensión, determinando influencia negativa en la penca.

Grosor de penca de nopal influido por el elemento nutritivo faltante

La variedad “Copena VI” registra el mayor vigor en el crecimiento de los cladodios ante la ausencia de cualquiera de los elementos faltante NPK en cualquiera de las dimensiones evaluadas. Puede interpretarse como plasticidad de adaptación a las condiciones adversas. La variedad “Villanueva” registró un mayor ancho de las pencas con respecto

Cuadro 1. Contenido de nutrientes aportados para identificar los efectos del elemento faltante.

Elemento	Completa 1 (NPK)	Nitrógeno 4 (-PK)	Fósforo 3 (N-K)	Potasio 2 (NP-)
Nitrógeno	180	0	180	180
Fósforo	60	40	0	40
Potasio	225	225	221	143
Calcio	210	209	164	166
Azufre	142	296	71	53

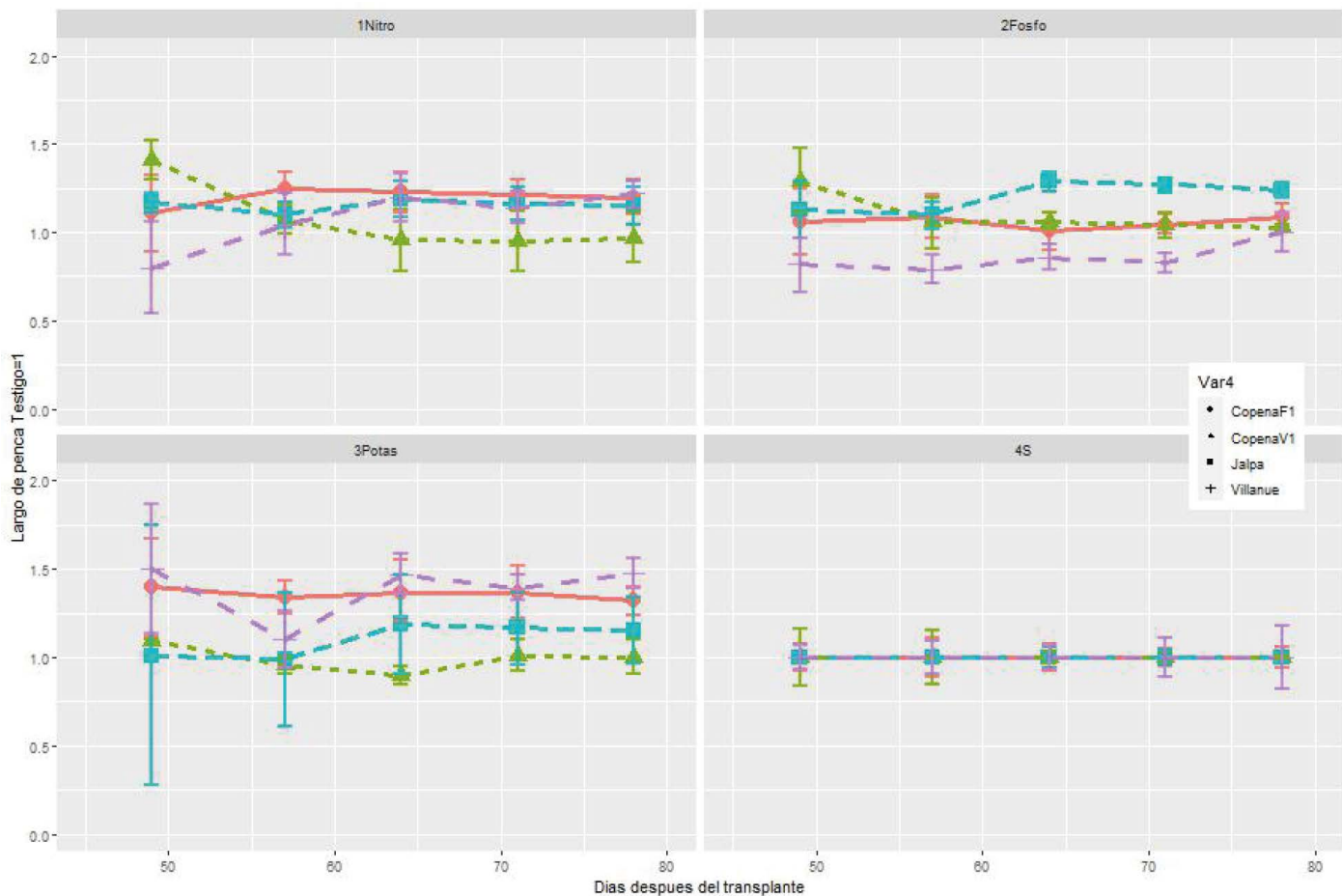


Figura 1. Respuesta del largo de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1) .

Cuadro 2. Características registradas en ausencia de nutriente para longitud del cladodio de nopal.

Ausencia de nitrógeno	Ausencia de fósforo	Ausencia de potasio
✓ La penca más larga fue Copena F1 durante todo el crecimiento (más del 10%). ✓ Las variedades Villanueva y Jalpa fueron más largas después del día 64. Fueron pencas cortas antes de esa edad. ✓ La variedad Copena V1 fue la penca más corta.	✓ La variedad Jalpa fue la penca más larga. ✓ Las variedades Copena F1 y Copena V1 no fueron pencas muy largas. ✓ La penca de nopal Villanueva fue más corta.	✓ La variedad Copena F1 fue la penca larga durante todo el período de crecimiento. ✓ Las pencas de nopal de Copena V1, Jalpa y Villanueva crecieron con largos no definidos (a veces cortas, a veces largas).

a las soluciones evaluadas, salvo para la ausencia de K a los 49 y 64 días. La variedad “Copena V1” presentó las pencas de mayor grosor en interacción con la solución ausencia de elemento faltante N. Es necesario seleccionar variedades con mayor demanda de exportación, aprovechar las bondades de las plantas CAM, con mínimo de requerimientos

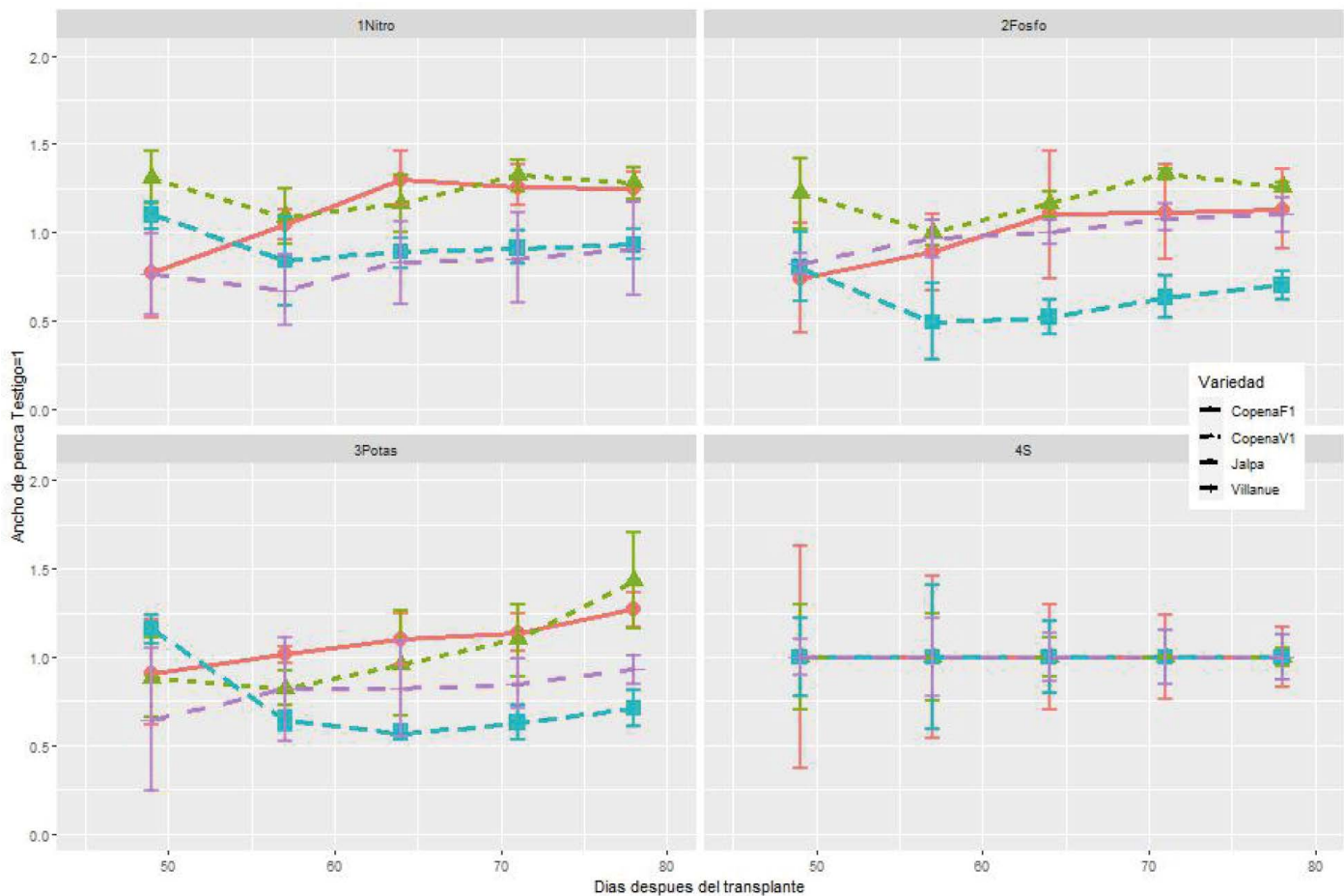


Figura 2. Respuesta del largo de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1) .

Cuadro 3. Características registradas en ausencia de nutriente para el ancho del cladodio de nopal.

Ausencia de nitrógeno	Ausencia de fósforo	Ausencia de potasio
✓ Las pencas de todas las variedades de nopal en los primeros 64 días son menos anchas. ✓ A partir del día 64, las pencas más anchas fueron Copena F1 y Copena VI. ✓ Las variedades Jalpa y Villanueva fueron pencas angostas.	✓ Las pencas de todas las variedades de nopal fueron angostas los primeros 64 días. ✓ A partir del día 64, las pencas de Copena F1 y Copena VI fueron más anchas. ✓ Las pencas de Villanueva fueron similares al ancho de la penca con nutrición completa. ✓ Las pencas de Jalpa fueron más angostas (20%).	✓ Las pencas de Copena F1 fueron más anchas. ✓ Las pencas de Copena VI y Villanueva fueron de ancho similar. ✓ La variedad Jalpa desarrolla pencas angostas (70 %)

hídricos y gran adaptabilidad a sistemas hidropónicos. Con la finalidad de hacer investigaciones encaminadas a la búsqueda del conocimiento en relación del cultivo del nopal con los factores de producción. De esta manera se permite que los productores en un futuro cercano puedan contar con mejores elementos para la toma de decisiones, así mismo aprovechar la riqueza del género *Opuntia ficus-indica*.

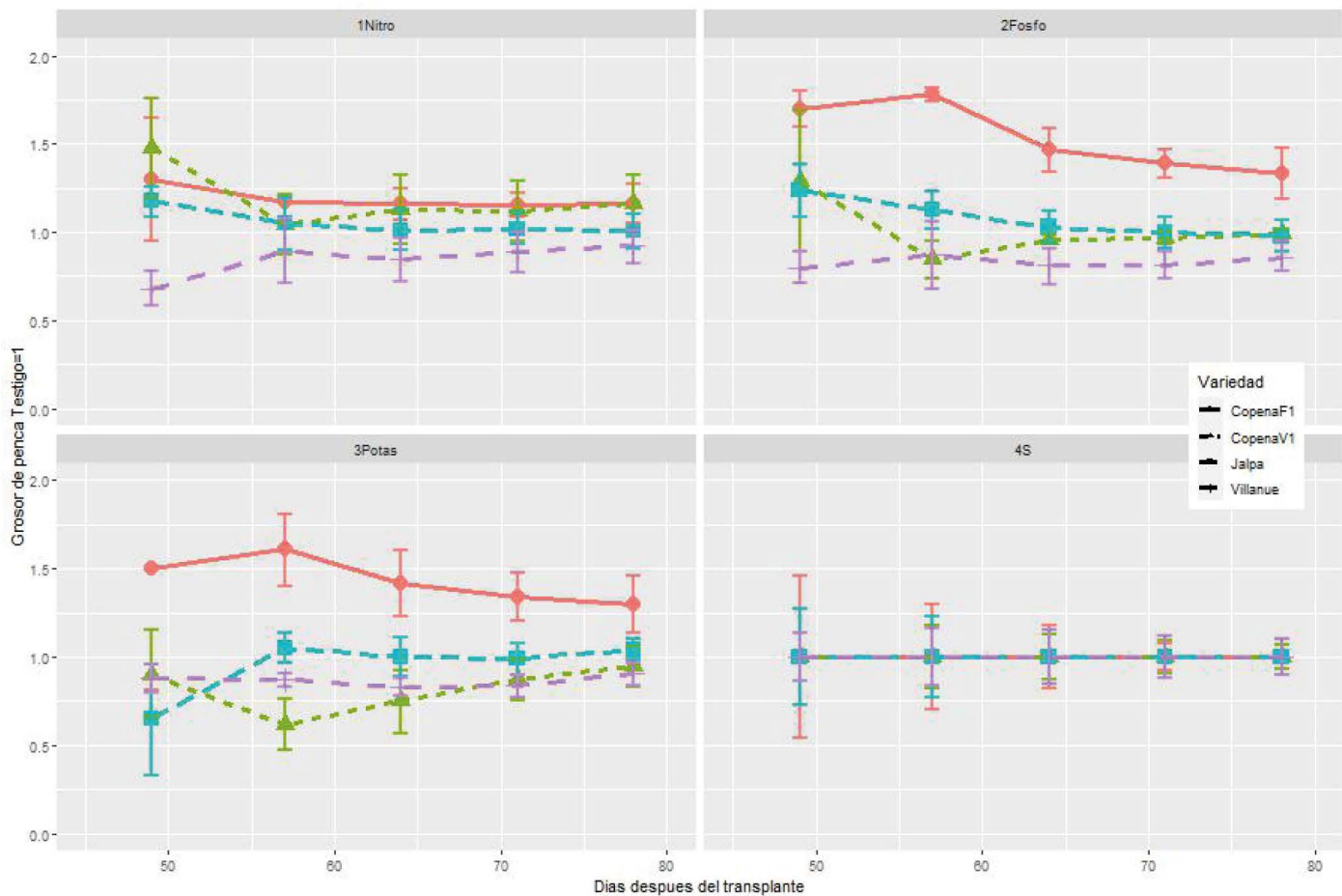


Figura 3. Respuesta del grosor de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1).

Cuadro 4. Características registradas en ausencia de nutriente para el grosor del cladodio de nopal.

Ausencia de nitrógeno	Ausencia de fósforo	Ausencia de potasio
✓ El cladodio de <i>Copena F1</i> fue el más grueso seguido de <i>Copena V1</i>. (10 % más gruesas). ✓ La variedad <i>Jalpa</i> fue igual de gruesa con nutrición completa. ✓ La variedad <i>Villanueva</i> fue más delgada (10 %).	✓ Las pencas <i>Copena F1</i> tuvieron un grosor mayor. ✓ Las variedades <i>Jalpa</i> y <i>Copena V1</i> mostraron un grosor similar ✓ La variedad <i>Villanueva</i> fue más delgada (86 %)	✓ Las pencas de <i>Copena F1</i> fueron más gruesas. ✓ Las variedades <i>Jalpa</i>, <i>Copena V1</i> y <i>Villanueva</i> fueron más delgadas sin una tendencia clara.

INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Conocimiento de una nutrición vegetal deficiente Eficiencia en la aplicación de nutrientes	Pobladores de zonas con recursos limitados en particular	Cuaternario Procesos de Innovación (I+D+I)	Ambiental Social Económico	Responsabilidad ambiental Educación a los adultos	Competitividad Recursos Humanos	Técnicas y conocimientos generados para el uso ambiental de nutrientes

