

Calidad, morfometría y composición mineral de semillas de *Agave* spp. en Oaxaca

Neftalí Sánchez-Celaya¹

Judith Ruiz-Luna^{1,§}

Vicente Arturo Velasco-Velasco¹

Raquel Martínez-Martínez¹

Karen del Carmen Guzmán-Sebastián¹

Rodolfo Benigno De los Santos-Romero¹

1 Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex-Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. CP. 71230.

Autora para correspondencia: judith.rl@voaxaca.tecnm.mx.

Resumen

La semilla es un órgano reproductivo de plantas vasculares de la cual se genera un nuevo individuo. En semillas de cinco especies de agave se realizaron pruebas de calidad, se determinó la morfometría y el contenido nutrimental, esto último se comparó con el contenido mineral del suelo. La recolección de semillas y suelo se realizó en algunas localidades de la región de Valles Centrales de Oaxaca y de la mixteca durante el 2024. *A. potatorum* y *A. salmiana* presentaron los valores más altos de germinación, con 65.5% y 58.3%, respectivamente, *A. americana* mostró significativamente el mayor peso de 1 000 semillas con $11.2 \text{ g} \pm 0.96$; en contenido de humedad *A. salmiana* y *A. karwinskii* mostraron valores más altos. *A. nussaviorum* presentó la mayor ganancia de peso con 389.4%; en la determinación de viabilidad *A. potatorum* reflejó el valor más alto con 72.8%. En el análisis morfométrico, se detectó una variación acumulada del 61.1%, con una superposición de elipses entre las especies. Se encontró mayor concentración de Zn, Fe y Na como elementos predominantes en la semilla, sus valores no se encontraron relacionados a la concentración en el suelo. Las características físicas y químicas del suelo fueron diversas. En un análisis de componentes principales con todas las variables se encontró una varianza total con los primeros tres componentes con un total del 89% de variabilidad. Con esta metodología se identificaron las variables que reducen la dimensionalidad, otorgando una mayor significancia a determinados minerales.

Palabras clave:

Agave spp., germinación, minerales, suelo.



Introducción

La semilla es un órgano reproductivo de las plantas vasculares superiores, compuesta por reservas energéticas que permiten el crecimiento y desarrollo de un nuevo individuo. Se forma a partir del óvulo vegetal después de la fertilización, su estructura incluye grasas, carbohidratos y proteínas que sostienen a la futura planta durante sus primeras etapas de vida. Estas reservas pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión (Doria, 2010). La concentración de elementos esenciales representa una característica sobresaliente de las semillas, que tiene implicaciones en las plantas, ya que participan como componentes estructurales de biomoléculas o tienen función como catalizadores que garantizan sus procesos vitales (Hernández-Mora *et al.*, 2025).

Por su tolerancia a la deshidratación y temperatura, las semillas se clasifican en ortodoxas, intermedias y recalcitrantes. Las primeras almacenan carbohidratos y tienen un ciclo de latencia prolongado, las últimas acumulan un alto contenido de lípidos pero su longevidad se encuentra reducida, ya que los ácidos grasos sufren deterioro con el almacenamiento (Gutiérrez-Hernández *et al.*, 2020). Es conveniente determinar la calidad de las semillas para definir la viabilidad y germinación de manera rápida y uniforme, lo que se traduce en una mejor obtención de plántulas vigorosas. El contenido mineral en semillas puede variar de acuerdo a las variedades, los factores del ambiente y las prácticas culturales asociadas (Temel, 2021).

La calidad de las semillas está asociada a su capacidad para producir material de propagación fisiológicamente viable, así como al cumplimiento de diferentes características físicas de la misma (ISTA, 2016). Determinar la composición mineral de las semillas de agave permite conocer los criterios para su germinación y crecimiento, así como las condiciones de almacenamiento para mantener su latencia. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las semillas de cinco especies de agave con pruebas de calidad, identificar la variación morfológica, determinar el contenido de macro y microelementos, así como el contenido mineral del suelo.

Materiales y métodos

Durante el 2024, se recolectaron cápsulas con madurez fisiológica de cinco especies de *Agave* y sus respectivas muestras de suelo a 30 cm de profundidad, esto es, cuatro individuos de Santa Cruz Mixtepec, uno de Santa Cruz, Xoxocotlán, uno de San Martín Mexicapam y uno de Ocotlán de Morelos, estos municipios pertenecen a la región de los Valles Centrales, siete individuos de San Vicente Nuñú, Teposcolula, de la región Mixteca. Las cápsulas se secaron a la sombra y se extrajeron las semillas para su posterior procesamiento en las diferentes pruebas.

Pruebas de calidad en semillas

Por cada planta se seleccionaron 50 semillas de color negro, por triplicado. Se realizó la germinación (Al-Ansari y Ksiksi, 2016), imbibición, viabilidad y contenido de humedad. Para el peso de 1 000 semillas, se formaron 10 grupos de 100 semillas de cada especie. Estas pruebas se realizaron de acuerdo con las reglas internacionales para el análisis de las semillas (ISTA, 2016).

Análisis mineral de las semillas y del suelo

De cada planta se molieron semillas para obtener una muestra por duplicado de 0.5 g para su digestión húmeda. Se utilizó una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico proporción 2:1, una vez digerida la muestra se aforó a un volumen de 50 ml con agua destilada. La determinación de los minerales Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ca, Na y K en semillas se realizó por espectrofotometría de absorción atómica (Thermo Scientific®, Modelo iCE 3000 Series), con base en los métodos oficiales de análisis (AOAC, 1990). El contenido de S y P se cuantificó con un espectrofotómetro ultravioleta-visible (GBC® Modelo Cintra). Las muestras de suelo se analizaron con base a la Norma Oficial Mexicana (NOM-021-RECNAT-2000, 2002). Se determinó textura, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica. Los elementos cuantificados fueron Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, y S.

Análisis morfométrico

Se capturaron fotografías de 20 semillas por cada especie, en cada imagen se detectaron los puntos de referencia con el programa Makefan8, los softwares TPSutil 1.44-2009 y TPSdig2 2.32-2021, se colocaron 10 landmarks a cada una, los cuales se analizaron con el software MorphoJ versión 1.08.02.

Análisis estadístico

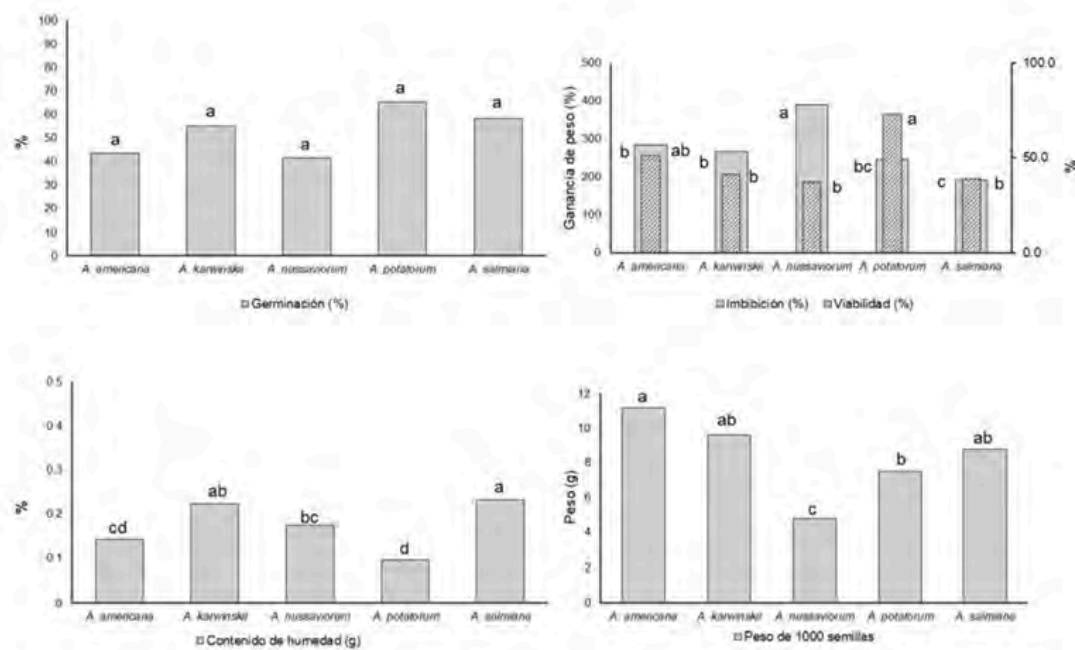
Se realizó una prueba de medias (Duncan $p \leq 0.05$) con SAS Studio® donde las especies fueron los tratamientos. Asimismo, se hicieron análisis de componentes principales con todas las variables.

Resultados y discusión

Germinación

Las especies *A. potatorum* y *A. salmiana* presentaron los valores más altos (65.5% y 58.3%, respectivamente). *A. americana* y *A. nussaviorum* registraron porcentajes menores (43.8% y 41.6% respectivamente), no se detectaron diferencias significativas entre las especies ($p > 0.05$). Fernández *et al.* (2019) reportaron un alto porcentaje de germinación para *A. potatorum* ($>90\%$) sin ningún tratamiento pregerminativo, y consideran el tiempo de cosecha de la semilla como un factor determinante, esto es, a menor tiempo de almacenamiento, es mayor el porcentaje de germinación. El mismo patrón de germinación asociado al tiempo de almacenamiento fue observado por Martínez-Rodríguez *et al.* (2022) en *A. marmorata*, quienes reportaron una germinación de 90% y 77% para semillas con 12 y 18 meses de almacenamiento, respectivamente. Por su parte, Ramírez-Tobías *et al.* (2012) también reportaron un valor alto en la germinación de semillas de *A. salmiana* ($>60\%$) asociándolo con la temperatura del agua utilizada en la imbibición, menor a 15 °C (Figura 1).

Figura 1. Porcentaje de germinación, viabilidad, imbibición, peso de mil semillas, y contenido de humedad en semillas de cinco especies de *Agave*. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre especies ($p \leq 0.05$).



Peso y contenido de humedad

A. americana mostró significativamente el mayor peso de 1 000 semillas (11.2 g) y *A. nussaviorum* el menor peso (4.8 g). Esto se debe a que las primeras semillas son de mayor tamaño (largo: 10.4 mm x ancho: 7.3 mm x grosor: 0.78 mm) y las segundas más pequeñas (largo: 6.7 mm x ancho: 4.6 mm x grosor: 0.38 mm) (Figura 1). De acuerdo con el estudio de Hernández *et al.* (2023) reportaron un peso de 4.2 y 4.6 g para la misma cantidad de semillas de *A. cupreata*, y 10.9 g para *A. angustifolia*, también demostraron una asociación estrecha entre el peso de las semillas y la cantidad de sustancias de reserva, lo cual podría reflejarse como un incremento en la capacidad germinativa. El contenido de humedad fue menor al 5% del peso de cada lote en las cinco especies. *A. salmiana* y *A. karwinskii* mostraron valores más altos significativamente, mientras que *A. potatorum* presentó el menor valor (Figura 1). El porcentaje de humedad difiere del reportado por Bejarano-León (2011) para *A. victoria-reginae* (9%).

Imbibición y viabilidad

A. nussaviorum presentó el mayor porcentaje de ganancia de peso (389.4%), significativamente superior a *A. salmiana* que mostró la menor absorción de agua (190.4%). Este mismo comportamiento fue observado en semillas de *Opuntia* sp. por Monroy-Vázquez *et al.* (2017) (Figura 1). La viabilidad significativa más alta fue en *A. potatorum* (72.8%). Autores como Gutiérrez-Hernández *et al.* (2020) clasifican a las semillas de *A. potatorum* como recalcitrantes, por la pérdida de contenido de lípidos y a la disminución del porcentaje de germinación por el tiempo de recolecta (Lechuga-Campuzano *et al.*, 2025) (Figura 1).

Análisis mineral en semillas

Se observó que el K está en mayor concentración en *A. salmiana*, *A. potatorum* y *A. nussaviorum*, el Ca en *A. karwinskii* y Mg en *A. americana*. El S se encontró en penúltimo lugar solo en *A. potatorum* y en las otras especies ocupó el último lugar (Cuadro 1). Los micronutrientes se encontraron en el siguiente orden decreciente Zn > Fe > Na > Mn > Cu en las especies *A. salmiana*, *A. potatorum*, *A. nussaviorum* y *A. americana*. En *A. karwinskii* el orden decreciente fue Zn > Na > Fe > Cu > Mn (Cuadro 1). Gutiérrez-Hernández *et al.* (2020) relacionan la composición química de las semillas de agave con la capacidad de germinación y viabilidad reproductiva.

Cuadro 1. Concentración de minerales en semillas de cinco especies de *Agave*.

Mineral	<i>A. americana</i>	<i>A. karwinskii</i>	<i>A. nussaviorum</i>	<i>A. potatorum</i>	<i>A. salmiana</i>
Macronutrientes (mg kg⁻¹)					
Ca	16 969.7 a	8 841.2 ab	4 218.6 b	1 601.4 b	7 704 ab
Mg	17 013 a	6 281.7 a	5 490.8 a	4 998.6 a	5 463 a
K	7 951.1 b	7 553.5 b	13 863.8 a	9 580.5 b	8 411.2 b
P	4 117.4 b	4 214.1 b	5 938.6 a	5 437.3 a	5 359.8 a
S	2 084.2 b	2 514.8 ab	2 922.1 a	2 517.7 ab	2 615 ab
Micronutrientes (mg kg⁻¹)					
Cu	9.8 c	22.8 a	13.8 bc	16.7 ab	23.4 a
Zn	60.6 b	72.9 b	74.7 b	60.5 b	100.8 a
Mn	18.8 b	18.2 b	24.5 b	19.2 b	39.3 a
Fe	47.7 a	36.4 a	67.2 a	47.5 a	56.9 a
Na	42.7 a	43.2 a	57.3 a	45.5 a	44.9 a

Valores con la misma letra no muestran diferencia significativa (Duncan, $p \leq 0.05$) dentro de cada fila.

Análisis mineral y propiedades del suelo

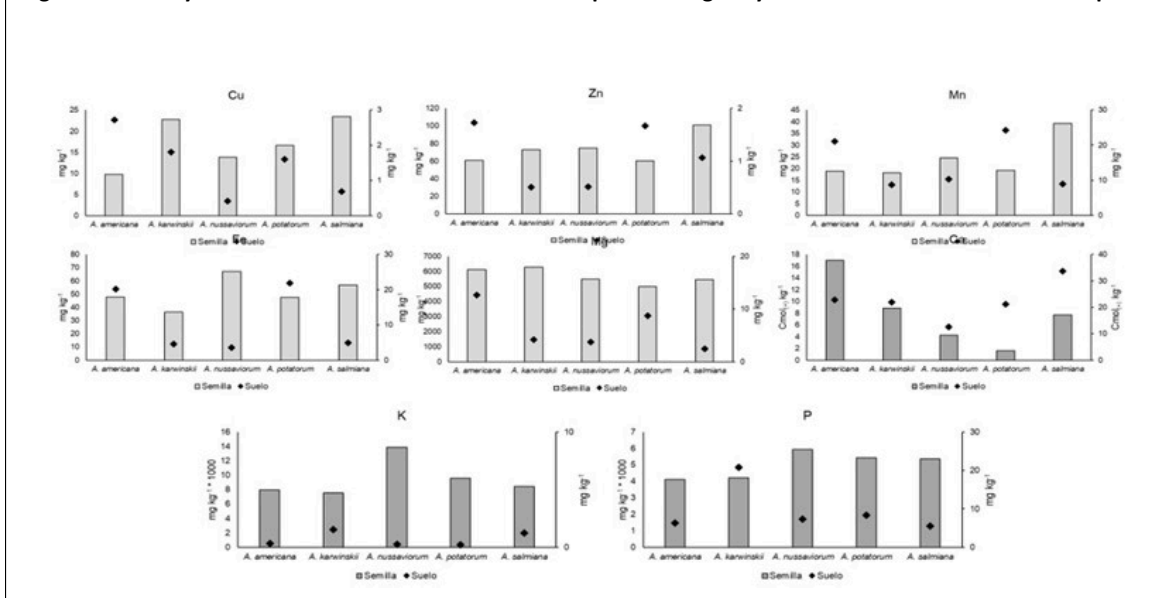
Los suelos de Ocotlán de Morelos (ODM) y San Martín Mexicapam (SMM) presentaron los valores de pH alcalinos (8.2 y 8.3), Santa Cruz Mixtepec sitio 2 (SCM 2) registró moderadamente ácido. La conductividad eléctrica (CE) fue mayor en SMM y menor en SCM 2 y San Vicente Nuñú (SVN) (0.2-0.3 dS m⁻¹). La materia orgánica osciló entre 1.4 y 4%. En textura predominó los de tipo franco-arcilloso-arenoso. El Ca se encontró en concentraciones similares a los reportados por Ávila-Uribe *et al.* (2025) en suelos del distrito de Miahuatlán, Oaxaca. El calcio predominó en los suelos, seguido de fósforo y en menor concentración el potasio (Cuadro 2). Ávila-Uribe *et al.* (2025) mencionan al calcio como un elemento predominante en suelos utilizados para siembra de agave. Los elementos en condiciones óptimas proporcionan un ambiente químico apropiada para la producción (Echeverría *et al.*, 2023). No se encontró relación entre el contenido nutrimental del suelo con el contenido nutrimental en las semillas de agave (Figura 2).

Cuadro 2. Características fisicoquímicas del suelo procedente de los sitios de recolecta de cinco especies de *Agave*.

Característica	<i>A. americana</i>	<i>A. potatorum</i>	<i>A. karwinskii</i>	<i>A. nussaviorum</i>	<i>A. salmiana</i>
pH	SCM: 6.3 / SCX: 8.3	SCM: 5.7 / ODM: 8.1	SMM: 8.3	SVN: 7.4	SVN: 7.1
CE (dS m ⁻¹)	SCM: 0.7 / SCX: 0.6	SCM: 0.3 / ODM: 0.72	SMM: 1.03	SVN: 0.3	SVN: 0.3
MO (%)	SCM: 3.9 / SCX: 1.3	SCM: 2.4 / ODM: 3.3	SMM: 1.7	SVN: 1.9	SVN: 2.4
Textura (%)					
Arena	68.7 / 80.5	76.7 / 47.7	67.28	36.6	26.5
Arcilla	18.3 / 6.1	7.4 / 30.3	19.44	36.8	55.2
Limo	12.9 / 13.2	15.9 / 21.6	13.28	26.5	18.2
Clasificación	Franco arenoso	Areno franco / F.A.A.	F.A.A.	Franco arcilloso	Arcilloso

CE= conductividad eléctrica; MO= materia orgánica; SCM= Santa Cruz Mixtepec; SCX= Santa Cruz Xoxocotlán; ODM= Ocotlán de Morelos; SMM= San Martín Mexicapam; SVN= San Vicente Nuñú; F.A.A.= Franco arcillo-arenoso.

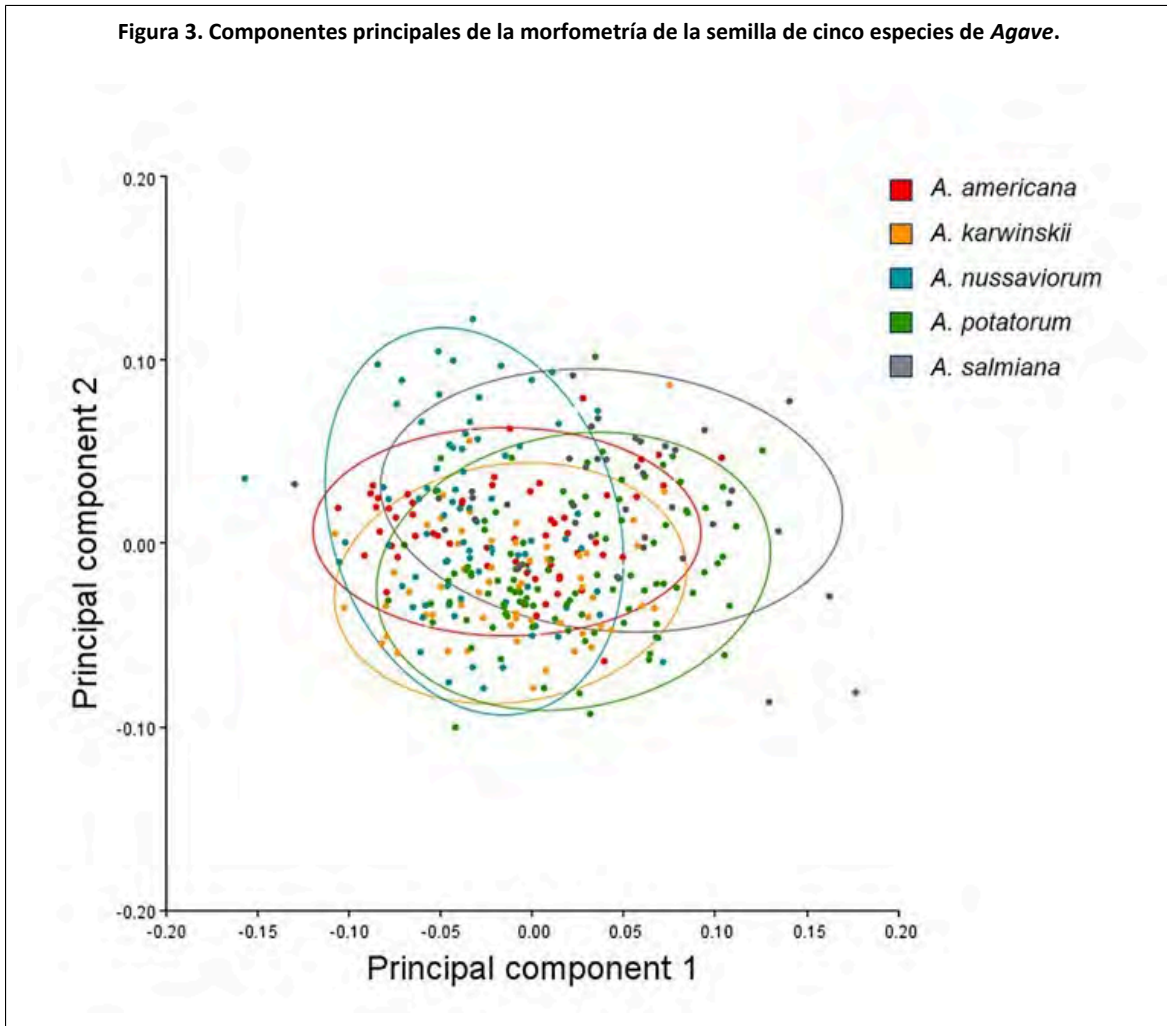
Figura 2. Macro y microelementos en semillas de cinco especies de agave y en el sustrato asociado a cada especie.



Morfometría

El análisis morfométrico presentó 61.1% de variación acumulada con los dos primeros componentes, (PC1 38.7% y PC2 22.4%) en el espacio definido. Se presentó un agrupamiento disperso por cada especie con un traslape de elipses (Figura 3). Se observaron puntos alejados de

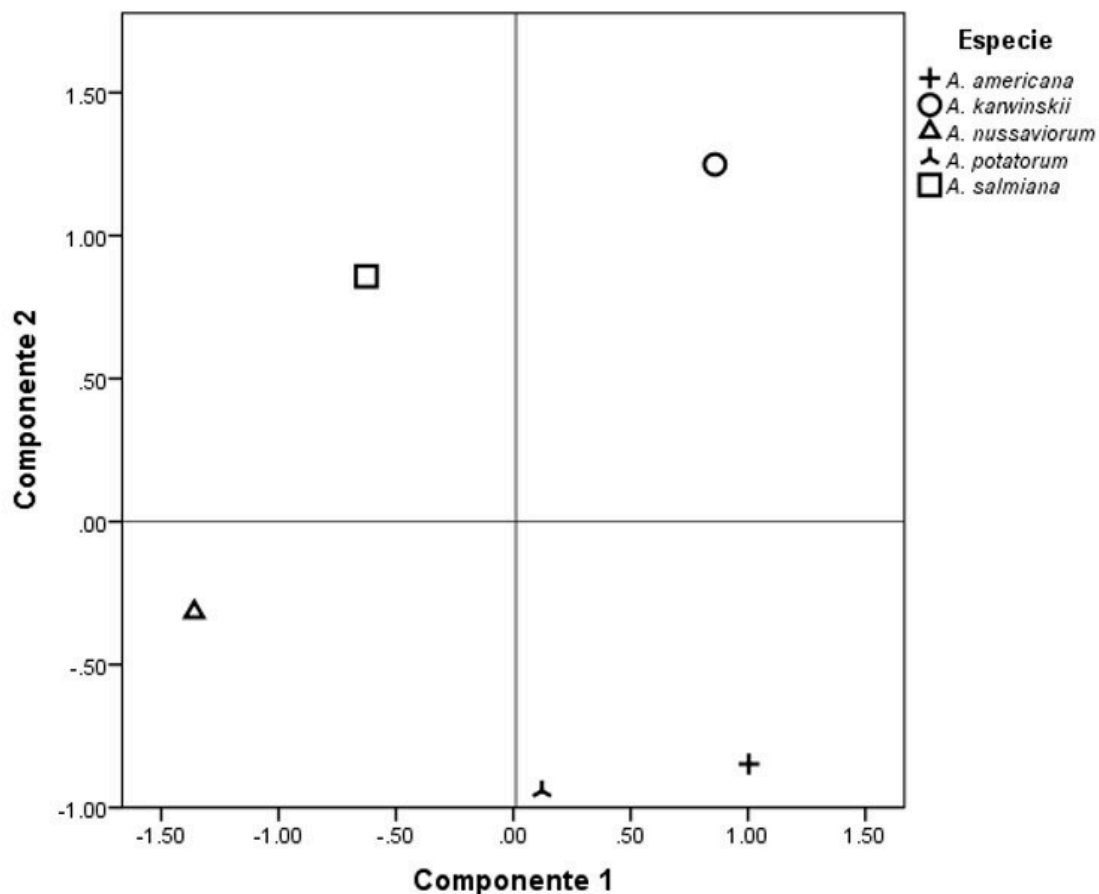
la zona central, lo cual sugiere la existencia de diferencias en la forma, pero con carga insuficiente para separar a cada especie. Lo anterior coincide con lo encontrado por Hernández-Castro *et al.* (2021) y Villanueva-Castillo *et al.* (2021) en estudios morfométricos, donde indican variación en semillas de agaves.



Análisis de componentes principales

Con el análisis de componentes principales (PCA) aplicado a las variables de calidad, contenido mineral en semilla y minerales en suelo, se demostró que los dos primeros componentes reflejaron el 71.4% de la varianza total, y con el tercer componente se alcanzó el 89% (PC1: 40.5%, PC2: 30.9%, PC3:17.6%). El PC1 se conformó con las variables: cobre en el sustrato, arena, peso de 1 000 semillas, CE y contenido de hierro en sustrato, separa a *A. karwinskii* del resto de especies, al estar influenciado mayormente por el Cu y arena en el suelo, esta especie fue la que presentó una alta concentración de este elemento (22.7 mg kg^{-1}), en los cuadrantes positivos se concentraron las especies de agaves recolectadas en la región Valles Centrales y en los cuadrantes negativos las dos especies provenientes de la región Mixteca. El PC2 está compuesto por potasio en sustrato, porcentaje de humedad en semilla, cobre en semilla y sodio en sustrato. *A. americana* y *A. potatorum* se agruparon en el cuadrante con valores negativos del componente 2, ya que fueron las especies con menor contenido de humedad y concentración intermedia de Cu en el suelo (Figura 4).

Figura 4. Dispersión de las especies en función de los componentes principales 1 y 2, considerando el total de variables de calidad, minerales en sustrato y semilla y propiedades fisicoquímicas del suelo.



Conclusiones

El porcentaje de germinación no mostró diferencias significativas entre las cinco especies de agave. En *A. nussaviorum* se observó la menor germinación (41.6%) y la mayor en *A. potatorum* (65.5%). El peso de las semillas se relaciona con su tamaño, esto es, las más grandes que fueron las de *A. americana* pesaron 11.2 g las 1 000 semillas y las más pequeñas de *A. nussaviorum* 4.8 g, diferencias altamente significativas. La humedad de las semillas en cada especie fue de menos de 5%.

La ganancia de peso en la imbibición fue significativamente mayor en *A. nussaviorum* (389.4%). Las semillas de *A. potatorum*, mostraron significativamente la mayor viabilidad (72.8%). En las semillas, el K, Ca, Mg y Zn se encontraron en mayor concentración en todas las muestras analizadas, los elemento con menor concentración fueron Cu y Mn.

En el suelo donde crecieron los agaves mostraron diversidad en pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y texturas. Se encontró que el Ca fue el elemento que sobresalió en todos estos suelos seguido del P y K. Existe variación en la morfometría de las semillas de las especies de agave. La proporción de minerales en semilla y en suelo no mostraron una relación positiva o negativa. Con la metodología de análisis de componentes principales (PCA) se identificaron las variables que reducen la dimensionalidad, otorgando una mayor significancia a P, S, Na, K y Fe concentrados en semillas.

Bibliografía

- 1 Al-Ansari, F. and Ksiksi, T. 2016. A quantitative assessment of germination parameters: the case of *Crotalaria persica* and *Tephrosia apollinea*. The Open Ecology Journal. 9(1):13-21. <https://doi.org/10.2174/1874213001609010013>.
- 2 AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- 3 Ávila-Uribe, G.; Pérez-López, A. y Sánchez-Guzmán, P. 2025. Caracterización físico-química de suelo en dos zonas de producción de mezcal, en el Distrito de Miahuatlán, Oaxaca. Terra Latinoamericana. 43(1-12):e1985. <https://doi.org/10.28940/terra.v43i.1985>.
- 4 Bejarano-León, V. 2011. Preservación de semillas de agave *Victoriae reginae* (Agavaceae) y *Glandulicactus uncinatus* (Cactaceae) especies endémicas y en peligro de extinción. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
- 5 Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales. 31(1):74-81. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>.
- 6 Echeverría-Pérez, E. G.; Castañeda-Hidalgo, E.; Robles, C.; Martínez-Gallegos, V.; Santiago-Martínez, G. M. y Rodríguez-Ortiz, G. 2023. Indicadores de calidad como herramientas útiles para evaluar el estado de la fertilidad del suelo. Revista Mexicana de Agroecosistemas. 10(1). <https://doi.org/10.60158/rma.v10i1.376>.
- 7 Fernández, W. C.; Morales, G. I. y Sánchez, L. H. 2019. Tamaño de semilla y tratamientos pregerminativos en la germinación de *Agave potatorum* Zucc. Contribución al Conocimiento científico y tecnológico en Oaxaca. 5-11. <https://es.scribd.com/document/830307030/4-tamano-de-semilla-y-tratamientos>.
- 8 Gutiérrez-Hernández, G. F.; Ortiz-Hernández, Y. D. y Aquino-Bolaños, T. 2020. Composición química y germinación de semillas de tobalá (*Agave potatorum*). Interciencia. 45(5):223-228. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2020/06/02-6712-Com-Ortiz-v45n5-6.pdf>.
- 9 Hernández-Castro, E.; López-Sandoval, Y. Y.; Escobar-Álvarez, J. L.; Ramírez-Reynoso, O.; Maldonado-Peralta M. A. y Valenzuela-Lagarda, J. L. 2021. Análisis morfométrico de semilla y desarrollo de plántulas de maguey sacatoro (*Agave angustifolia* Haw.). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 8(3):e2964. Doi: 10.19136/era.a8n3.2964.
- 10 Hernández, M. J. T.; Pineda, C. O.; Castro, E. H.; Nava, A. D.; Guzmán, A. J. C.; Campos, Z. M.; González, M. A. R. y Álvarez, D. V. 2023. Caracterización de semillas de *Agave* spp., por el método de ISTA South Florida Journal of Development. 4(1):438-453. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n1-032>.
- 11 Hernández-Mora, A. E.; Trejo-Téllez, L. I.; Herrera-Corredor, J. A. y Gómez-Merino, F. C. 2025. Minerales en semillas de cachichín (*Oecopetalum mexicanum*) sometidas a diferentes tratamientos térmicos. Revista Fitotecnia Mexicana. 47(4):377. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.4.377>.
- 12 ISTA. 2016. International Seed Testing Association. Reglas internacionales para el análisis de semillas, Zürichstr. 50, CH-8303 Bassersdorf, Suiza. <https://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://backrepor.observatorioagro.gob.bo/server/api/core/bitstreams/630b5ae7-f70b-479c-b1b3-934da4efe45e/content>.
- 13 Lechuga-Campuzano, J. L.; Arzate-Fernández, A. M.; García-Núñez, H. G.; Mariezcurrena-Berasaín, M. D. and Reyes-Díaz, R. D. 2025. Viability and morphometry in agave seeds as an initial study for sustainable management and genetic preservation. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 28:1-10. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6193>.

- 14 Martínez-Rodríguez, A.; Beltrán-García, C.; Valdez-Salas, B.; Santacruz-Ruvalcaba, F.; Di Mascio, P. y Beltrán-García, M. J. 2022. Micropropagation of seed-derived clonal lines of the endangered *Agave marmorata* Roezli and their compatibility with endophytes. *biology*. 11(10):1423. <https://doi.org/10.3390/biology11101423>.
- 15 Monroy-Vázquez, M. E.; Peña-Valdivia, C. B.; García-Nava, J. R.; Solano-Camacho, E.; Campos, H. y García-Villanueva, E. 2017. Imbibición, viabilidad y vigor de semillas de cuatro especies de *Opuntia* con grado distinto de domesticación. *Agrociencia*. 51:27-42. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1276/1276>.
- 16 NOM-021-RECNAT-2000. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. <https://www.dof.gob.mx/nota-etalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002#gsc.tab=0>.
- 17 Ramírez-Tobías, H. M.; Peña-Valdivia, C. B.; Aguirre R., J. R.; Reyes-Agüero, J. A.; Sánchez-Urdaneta, A. B. y Valle G., S. 2012. Seed germination temperatures of eight Mexican *Agave* species with economic importance. *Plant Species Biology*. 27(2):124-137. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2011.00341.x>.
- 18 Temel, S. 2021. Determination of Mineral content of seeds belonging to different quinoa varieties and their evaluation for daily mineral requirements of laying hens. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 36(1):234-241. <https://doi.org/10.47059/alinteri/V36i1/AJAS21034>.
- 19 Villanueva-Castillo, D. M.; Velasco-Velasco, V. A.; Santon-Romero, R. B.; Ruiz-Luna, J. y Rodríguez-Ortiz, G. 2021. Variación morfométrica en semillas de agaves silvestres de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12(1):155-162. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2426>.



Calidad, morfometría y composición mineral de semillas de *Agave* spp. en Oaxaca

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 November 2025
Date accepted: 01 February 2026
Publication date: 01 February 2026
Publication date: Feb-Mar 2026
Volume: 17
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e4227
DOI: 10.29312/remexca.v17i2.4227

Categories

Subject: Artículos

Palabras clave:

Palabras clave:

Agave spp.
germinación
minerales
suelo

Counts

Figures: 4
Tables: 2
Equations: 0
References: 19