

Desarrollo y transferencia de la variedad vegetal de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] var. *amarus sylvestris* “PERLA NEGRA”

Cadena-Iñiguez, Jorge¹; Cisneros-Solano, Víctor, Manuel²; Aguiñiga-Sánchez, Itzen³; Arévalo Galarza, Ma. de Lourdes⁴; Santiago-Osorio, Edelmiro^{5*}; Soto-Hernández, Ramón Marcos³; Ruiz-Posadas, Lucero del Mar³

¹ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Salinas de Hidalgo, SLP, México.

² Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Veracruz, México.

³ Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM.

⁴ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Montecillo, Texcoco, México.

⁵ Laboratorio de Hematopoyesis y Leucemia, Unidad de Investigación en Diferenciación Celular y Cáncer, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM.

* Autor de correspondencia: edelmiro@unam.mx

PROBLEMA

La selva baja perennifolia en el sureste de México es reserva de muchas especies silvestres del género *Sechium*, cuyos frutos se destacan por su sabor amargo. Por ello los habitantes rurales de las comunidades que habitan en los alrededores, eliminan estos frutos a los que le llaman chayote de ratón y aquellos que resultan de alguna hibridación espontánea entre los cultivados y los silvestres, además de sus plantas pues debido a su sabor fuertemente amargo no son comestibles. Lo anterior ubica a estas especies de chayote silvestre en alto riesgo de pérdida de variabilidad genética en muchas comunidades de México. Los esfuerzos de rescate, conservación y aprovechamiento de estos genotipos supone un reto en las colecciones científicas de germoplasma, ya que además de conservarlos como reservorio del genoma obtenido por especiación, se busca involucrarlos en programas de mejoramiento genético para obtener variedades con alto contenido de metabolitos que pueden tener uso farmacológico, terapéutico, nutraceutico así como el diseño de suplementos alimenticios, enfocados al tratamiento de problemas de salud pública, coadyuvando además, a la conservación de poblaciones naturales en relictos de bosques, selvas y en colecciones de germoplasma.

SOLUCIÓN PLANTEADA

Se implementó un programa de mejoramiento genético dirigido y evaluación farmacológica de genotipos obtenidos mediante la



Cómo citar: Cadena-Iñiguez, J., Cisneros-Solano, V. M., Aguiñiga-Sánchez, I., Arévalo-Galarza, Ma. de L., Santiago-Osorio, E., Soto-Hernández, R. M., & Ruiz-Posadas, L. del M., (2022). Desarrollo y transferencia de la variedad vegetal de chayote [*Sechium edule* (Jacq) Sw.] var. *amarus sylvestris* “PERLA NEGRA”. *Agro-Divulgación*, 2 (1).

Editora en Jefe: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza

Agro-Divulgación, 2 (1). Enero-Febrero. 2022. pp: 65-81.

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



hibridación y selección de chayotes comestibles y amargos con el fin de obtener variedades de sabor amargo que facilitaran su evaluación farmacológica, y con ello favorecer su conservación, tanto en bancos de germoplasma como en áreas de distribución natural, además de promover en el mediano plazo proyectos de diversificación productiva en comunidades rurales. A continuación, se muestran los resultados iniciales para la obtención de la variedad la variedad Perla Negra.

DESCRIPCIÓN

Esta variedad se caracteriza por presentar guías de color verde oscuro en estado joven y color verde muy oscuro en estado maduro (en fase reproductiva) sin rayas longitudinales, sin pubescencia en los nudos y entrenudos, presenta sucesión foliar de forma trisectada (± 180 días después de germinación) hasta la forma angulada como definitiva, muy grandes de color verde oscuro, con baja o escasa pubescencia adaxial y venación rectipinada color verde, un orden de cuatro venaciones al mucrón, peciolo glabro con surcos medianamente marcados color verde claro con tonos oscuros con forma angulada. Zarcillos glabros de color verde claro con tres ramificaciones. La flor femenina se presenta una por nudo, pétalos de 1.50 a 2.20 cm de longitud, promedio de 1.81 cm, color verde amarillo, receptáculo con pubescencia muy baja de color verde claro, pistilo color verde amarillo. La flor estaminada se encuentra en forma de racimo con pétalos de 1.55 a 2.25 cm y promedio de 1.82 cm de longitud, color verde amarillo, tecas amarillo oscuro, cáliz verde obscuro, receptáculo verde obscuro, raquis con forma angulada y baja pubescencia. El fruto de 4.3 a 7.2 cm, promedio de 5.93 cm de longitud, ancho ecuatorial de 2.9 a 6.7 cm, y promedio de 4.74, fondo de 2.9 a 6.7 cm y promedio de 4.15 cm; forma abovada de color verde oscuro (Pantone 575c, 575c y 576c), presenta hendidura basal no muy marcada, pedúnculo medianamente pubescente de color verde oscuro, mesocarpo de color verde con sabor **fuertemente amargo**. Semilla de 1.8 cm de longitud, ancho ecuatorial de 1.2 cm, fondo de 0.3; muy adherida al mesocarpo con presencia de estropajo, color crema con ornamentación no muy notoria en la superficie y de sabor **fuertemente amargo**.






Notas relevantes:

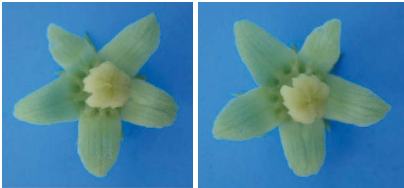



Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.

Presenta muy ligero estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.

Su mejor rendimiento en metabolitos secundarios es en madurez hortícola.

Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

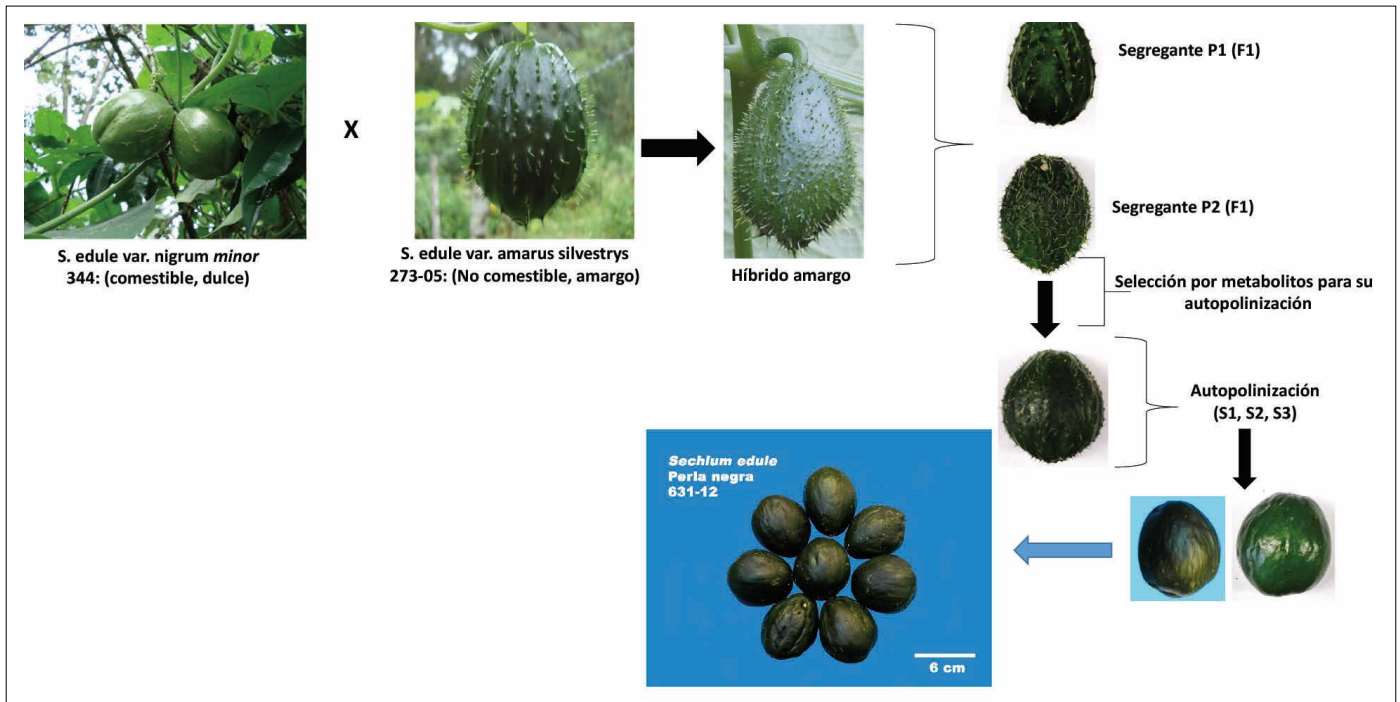
<p>Hoja: Sucesión Foliar; A: Trisectada, ocurre en etapa juvenil y desaparece cerca de los 180 días. B: angulada, u hoja definitiva</p>	
<p>Nudo Sin Pubescencia (Glabro)</p>	
<p>Venación Rectipinnada Ligeramente O Escasamente Pubescente (Adaxial)</p>	
<p>Peciolo de la hoja verde oscuro</p>	
<p>Estaminada con polen, pétalos y botones sin abrir.</p>	

Flor pistilida		
<p>El chayote comestible A) <i>nigrum minor</i> accesión 344-06 fue donador de polen, y se utilizó al chayote amargo B) <i>amarus sylvestris</i>, como madre. Variedad Perla Negra 631-12</p>	 <p style="text-align: right;">A</p>	 <p style="text-align: right;">B</p>
Fruto en madurez hortícola		



Cuadro 1. Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq) Sw.) Perla negra, con base a peso y dimensión en madurez hortícola.

Variedad	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre		
						G	M	P
						MP		
Perla Negra	A	Extra	5-10	2-3	2-3			X
	B	I	11-15	3-4	3-4		X	
	C	II	>15	>4	>4	X		
	D	III						
	Madurez		°Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (°Brix)	Azúcares totales (%)	
	Hortícola 1		156.07	10.72	16.2	6.63	2.72	

Método de obtención



Comparación varietal aplicada a la guía de distinción

Variedad Perla Negra	Variedad de referencia (<i>nigrum minor</i> ROCA®)
 <p><i>Sechum edule</i> Perla negra 631-12</p> <p>6 cm</p> <p>Fruto amargo</p>	 <p>Fruto comestible (NO amargo)</p>

Con base en los descriptores desarrollados para la UPOV, se describen las diferencias de Perla negra y su variedad de referencia nigrum minor ROCA®

	Los caracteres marcados en amarillo son iguales con nigrum minor ROCA®
	Los caracteres marcados con azul son diferentes y distintivos para Perla Negra respecto a la variedad de referencia ROCA®

Table of Characteristics/Tableau des caractères/Merkmalstabelle/Tabla de caractères

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielsorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
	VG	Stem: color at young stage		Stiel: Farbe junger Pflanzen	Tallo: color en estado joven		
PQ	(a)	Dark green		dunkelgrün	verde oscuro		1
		Green		grün	verde		2
		Light green		hellgrün	verde claro		3
		Yellow		gelb	Amarillo		4
		White		weiss	Blanco		5
2.		Stem: Stem internode pubescence		Stiel: Behaarung zwischen Knoten	Tallo: Pubescencia del entrenudo		
QL		Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Few		spärlich	Poco		3
		Medium		mittelmässig	Medio		5
		Many		viel	Mucho		7
3.		Stem: node pubescence		Stiel: Behaarung der Knoten	Tallo: Pubescencia del nudo		
QL		Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Little		spärlich	Poco		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Much		viel	Mucho		7
4.	VG	Stem: color at mature stage		Stiel: Farbe reifer Pflanzen	Tallo: color en estado maduro		
PQ	(a)	Dark green with brown stripe		Dunkelgrün mit braunem Streifen	verde oscuro con raya café		1
		Green		grün	verde		2
		Light green with brown stripe		hellgrün mit braunem Streifen	verde claro con raya café		3
		Yellow with brown stripe		gelb mit braunem Streifen	Amarillo con raya café		4
5.	VG	Tendrils: length		Ranken: Länge	Zarcillos: longitud		
QN	(a)	Short		kurz	Corto		3
		Medium		mittel	Medio		5

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
		Long		lang	Largo		7
6.	VG	Tendrils: branching		Ranke: Verzweigung	Zarcillo: ramificación		
	PQ (a)	Two		zwei	Dos		1
		Three		drei	Tres		2
		Five or more than five branches		Fünf oder mehr Zweige	Cinco o más		3
7.	VG	Tendrils: color		Ranke: Farbe	Zarcillo: color		
		Light green		hellgrün	Verde claro		1
		Green		grün	Verde		2
		Dark green		dunkelgrün	Verde obscuro		3
8.		Tendrils: Striae		Ranke: gerillt	Zarcillo: estriado		
		Few		wenig	Poco		1
		Medium		mittel	Intermedio		3
		Strong		reichlich	Abundante		5
9.	VG	Leaf blade: size		Blatt: Grösse	Hoja: tamaño		
	QN (a)	Very small		sehr klein	Muy pequeña		1
		small		klein	Pequeña		3
		Medium		mittel	mediana		5
		Large		gross	Grande		7
10. (*)	VG	Leaf blade: shape		Blatt: Form	Hoja: forma		
	QN (a)	Angular		eckig	Angulada		1
		Cordiform		herzförmig	Cordiforme		2
		Palmately lobed		lappige Fläche	Palmo lobulada		3
		Tripartite		dreigeteilt	Trisectada		4
		Deltoid		gefächert, deltaförmig	Deltada		5
		Sectioned (?)		mit Einschnitten	Sectada		6
11. (*)	VG	Leaf blade: color		Blatt: Farbe	Hoja: color		
	PQ (a)	Light green		hellgrün	Verde claro		1
		Green		grün	Verde		2
		Dark green		dunkelgrün	Verde obscuro		3
12.	VG	Leaf blade: color of veins		Blatt: Farbe der Blattrippen	Hoja: color de la venación		
	QN (a)	White		weiss	blanco		3
		Light green		hellgrün	verde claro		5
		Dark green		dunkelgrün	verde oscuro		7
13.		Leaf blade: abaxial pubescence		Blatt: Behaarung ausserhalb der Blattachsen	Hoja: Pubescencia abaxial		

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
QL		Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Little		gering	Poco		3
		Medium		mittelmässig	Medio		5
		Much		viel	Mucho		7
14.		Leaf blade: order of veins		Blatt: Anordnung der Blattrippen	Hoja: Orden de la venación		
QN		Third		Drittel	Tercero		1
		Fourth		Viertel	Cuarto		3
		Fifth		Fünftel	Quinto		5
15.		Leaf blade: number of mucrones		Blatt: Zahl der Warzen	Hoja: Número de mucrones		
QN		Few		gering	Poco		1
		Medium		mittel	Medio		3
		Many		reichlich	Mucho		5
16.	VG	Petiole: length		Blattstiel: Länge	Pecíolo: longitud		
QN	(a)	Short		kurz	Corto		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Long		lang	Largo		7
		Very long		sehr lang	Muy largo		9
17.	VG	Petiole: diameter		Blattstiel: Durchmesser	Pecíolo: diámetro		
QN	(a)	Very small		sehr klein	Muy pequeño		1
		Small		klein	Pequeño		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Large		gross	Grande		7
18. (*)	VG	Petiole: color		Blattstiel: Farbe	Pecíolo: color		
PQ	(a)	White		weiss	Blanco		1
		Light green		hellgrün	Verde claro		2
		Green		grün	Verde		3
		Dark green		dunkelgrün	Verde obscuro		4
		Very dark green		sehr dunkel grün	Verde muy obscuro		5
19.		Petiole:		Blattstiel: gerillt	Pecíolo: estriado		
		Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Present		vorhanden	Presente		9
20.	VG	Female inflorescence: number of flowers per node		Weiblicher Blütenstand: Zahl der Blüten pro Knoten	Inflorescencia femenina: número de flores por nudo		
QN	(a)	One		eine	Una		1
		Two		zwei	Dos		5
		Three or more		Drei oder mehr	Tres o más		7

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielsorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
21.	VG	Female flower : color		Weibliche Blüte: Farbe	Flor femenina: color		
QL	(b)	White		weiss	Blanca		1
		Green		grün	Verde		5
		Green yellow		grün-gelb	Verde Amarillo		9
22.	VG	Calyx: color		Kelch: Farbe	Caliz: color		
QL	(b)	Light green		hellgrün	Verde claro		1
		Green		grün	Verde		5
		Dark green		dunkelgrün	Verde oscuro		9
23.	VG	Male flower: color		Männliche Blüte: Farbe	Flor masculina: color		
QL	(b)	White		weiss	Blanca		1
		Green		grün	Verde		5
		Green yellow		grün-gelb	Verde Amarillo		9
24.	VG	Male inflorescence: number of flowers per midrib		Männlicher Blütenstand: Zahl der Blüten pro Mittelrippe	Inflorescencia masculina: número de flores por raquis		
QN	(c)	Few		spärlich	Pocas		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Many		viele	Muchas		7
25.	VG	Male inflorescence: raquis length		Männliche Blüte: Länge der Mittelrippe	Inflorescencia masculina: longitud del raquis		
QN	(c)	Short		kurz	Corto		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Long		lang	Largo		7
26.	VG	Calyx: color		Kelch: Farbe	Caliz: color		
QL	(b)	Light green		hellgrün	Verde claro		1
		Green		grün	Verde		5
		Dark green		dunkelgrün	Verde oscuro		9
27.	VG	Fruit Peduncle: length		Fruchtsiel: Länge	Fruto Pedúnculo: longitud		
QN	(b)	Short		kurz	Corto		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Long		lang	Largo		7
28.	VG	Fruit Peduncle: diameter		Fruchtsiel: Durchmesser	Fruto Pedúnculo: diámetro		
QN	(b)	Small		klein	Pequeño		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Large		gross	Grande		7
29.	MG	Fruit: size		Frucht: Grösse	Fruto: tamaño		

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielsorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
QN	(b)	Very small		sehr klein	Muy pequeño		1
		Small		klein	Pequeño		3
		Medium		mittel	Mediano		5
		Large		gross	Grande		7
		Very long		sehr gross	Muy grande		9
30.	MG	Fruit: length		Frucht: Länge	Fruto: longitud		
QN	(b)	Very short		sehr kurz	Muy pequeño		1
		Short		kurz	Pequeño		3
		medium		mittel	Mediano		5
		Long		lang	Grande		7
		Very long		sehr lang	Muy grande		9
31.	MG	Fruit: maximum diameter		Frucht: grösster Durchmesser	Fruto: diámetro máximo		
QN	(b)	Very small		sehr klein	Muy pequeño		1
		Small		klein	Pequeño		3
		Medium		mittel	Medio		5
		Large		gross	Grande		7
		Very large		sehr gross	Muy grande		7
32.	MG / VG	Fruit: ratio length/ maximum diameter		Frucht: Verhältnis Länge/ Durchmesser	Fruto: relación largo/ diámetro		
QN	(b)	Very small		sehr klein	Muy pequeña		1
		Small		klein	Pequeña		3
		medium		mittel	media		5
		Large		gross	Grande		7
		Very large		sehr gross	Muy grande		9
33.	VG	Fruit: shape in longitudinal section		Frucht: Form im Längsschnitt	Fruto: forma en sección longitudinal		
PQ	(b)	Teardrop(?), cone-shaped, conic		kegelförmig	Cónico		1
		Pyriform		birnenförmig	Piriforme		2
		Spheroid		kugelähnlich	Esferoide		3
		Oblong		länglich	Oblongo		4
		Cylindrical		zylindrisch	Cilíndrico		5
		Obovoid		eiförmig	Obovoide		6
		Broadly obovoid		breit eiförmig	Obovoide amplio		7
		Ellipsoid		elliptisch	Elipsoide		8
		Broadly ellipsoid		breit elliptisch	Elipsoide amplio		9
34.	VG	Fruit: shape in cross section		Frucht: Form im Querschnitt	Fruto: forma en sección transversal		
PQ	(b)	Flattened		flachgedrückt	Aplastada		1

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielsorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
		Oval		oval, eiförmig	Ovalada		2
		Round		rundlich	Redonda		3
35. (* (+)	VG	Fruit: base profile		Frucht: Grundflächen- profil	Fruto: perfil de la base		
PQ	(b)	Depressed		tief	Profunda		1
		Flat		flach	Plana		3
		Raised		vorstehend	Protuberante		5
		Very raised		stark vorstehend	Muy protuberante		7
36. (+)	VG	Fruit: depth of groove		Frucht: Furchentiefe	Fruto: Profundidad del surco		
QN	(b)	Ausent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Shallow		wenig tief	Poco profunda		3
		Medium		mittel	Media		5
		Deep		tief	Profunda		7
37. (*	VG	Fruit: profile of apical part		Frucht: Achsel- profil	Fruto: perfil de la parte apical		
PQ	(b)	Depressed		tief	Profunda		1
		Flat		flach	Plana		2
		Raised		vorstehend	Protuberante		3
38. (* (+)	VG	Fruit: size of apical fissure		Frucht:Grösse der Fisur des Achselquer- schnitts	Fruto: tamaño de fisura transversal en la parte apical		
QN	(c)	Absent or very small		nicht vorhanden oder sehr klein	ausente o muy pequeña		1
		Small		klein	pequeña		3
		Medium		mittel	media		5
		Large		gross	grande		7
39. (*	VG	Fruit: grooves		Frucht: Furchen	Fruto: surcos		
QL	(b)	Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Present		vorhanden	Presente		9
40. (*	VG	Fruit: main color of skin		Frucht: Hauptfarbe der Schale	Fruto: color principal de la piel		
PQ	(c)	White		weiss	Blanco		1
		Yellowish cream		kremfarben	Crema amarillento		2
		Light green		hellgrün	Verde claro		3
		Green		grün	Verde		4
		Dark green		dunkelgrün	Verde oscuro		5
41.	VG	Fruit: smooth texture		Frucht: glatte Textur	Fruto: textura lisa		

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielsorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
QL	(c)	Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Present		vorhanden	Presente		9
42. (*)	VG	Fruit: main color of pulp		Frucht: Hauptfarbe des Fruchtfleisches	Fruto: color principal de la pulpa		
PQ	(c)	White		weiss	Blanco		1
		Cream		kremfarben	Crema		2
		Light green		hellgrün	Verde ligero		3
		Green		grün	Verde		4
		Dark green		kräftig grün	Verde fuerte		5
43. (+)	VG	Fruit : pulp thickness (drawing), from seedrim to epidermis		Dicke des Fruchtfleisches (Zeichnung) vom Samenrand bis zur Epidermis	Fruto: grosor de la pulpa (dibujo) De la orilla de la semilla a la epidermis		
QN	(c)	Thin		dünn	delgada		3
		Medium		mittel	Media		5
		Thick		dick	Gruesa		7
44. (+)	VG	Fruit: fibrous pulp		Fasern im Fruchtfleisch:	Fruto: presencia de fibras en la pulpa		
QN	(b)	Absent or very little		nicht oder sehr wenig vorhanden	Ausente o muy poca		3
		Medium		mittelmässig	Medio		5
		Much		reichlich	Mucha		7
45. (*)	VG	Fruit: spines		Frucht: Stacheln	Fruto: espinas		
QL	(c)	Absent		nicht vorhanden	Ausente		1
		Present		vorhanden	Presente		9
46.	VG	<u>Fruit: spine density</u>		Frucht: Stacheldichte	Fruto: densidad de espinas		
QN	(c)	Very few		sehr spärlich	Muy poca		1
		Few		gering	Poca		3
		Medium		mittel	Mediana		5
		Many		reichlich	Mucha		7
47.	VG	Fruit: length of spines		Frucht: Stachellänge	Fruit: longitud de las espinas		
QN	(c)	Short		kurz	Corta		3
		Medium		mittel	Media		5
		Long		lang	Larga		7
48.	VG	Fruit: size of spine base		Frucht: Stacheldicke	Fruto: grosor de las espinas		
QN	(c)	Thin		dünn	Delgado		3

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
		Medium		mittel	Mediano		5
		Thick		dick	Grueso		7
49.	VG	Fruit: flavor		Frucht: Geschmack	Fruit: sabor		
QN	(c)	Neutral		neutral	Neutro		1
		Medium		mild	Dulce		3
		Bitter		bitter	Amargo		5
50.	VG	Seed: size		Same: Grösse	Semilla: tamaño		
QN	(c)	Very small		sehr klein	Muy pequeña		1
		Small		klein	Pequeña		3
		Medium		mittel	Media		5
		Large		gross	Grande		7
51. (*)	VG	Seed: length		Same: Länge	Semilla: longitud		
QN	(c)	Short		kurz	Corta		3
		Medium		mittel	Media		5
		Long		lang	Larga		7
52. (*)	VG	Seed: width		Same: Breite	Semilla: ancho		
QN	(c)	Short		schmal	Angosta		3
		Medium		mittel	Media		5
		Long		breit	Grueso		7
53. (+)	VG	Seed: ratio length / width		Same: Verhältnis Länge/Breite	Semilla: relación largo/ ancho		
QN	(c)	Small		klein	Pequeña		3
		Medium		mittel	Media		5
		Large		gross	Grande		7
54.	VG	Seed: shape		Same: Form	Semilla: forma		
QN	(c)	Conic		konisch, kegelförmig	Cónico		1
		Pyriform		birnenförmig	Piriforme		2
		Spheroid		kugelähnlich	Esferoide		3
		Oblongue		länglich	Oblongo		4
		Cylindric		zylindrisch	Cilíndrico		5
		Obovate		eiförmig	Obovoide		6
		Wide obovate		breit eiförmig	Obovoide amplio		7
		Ellipsoid		elliptisch	Elipsoide		8
		Wide Elliptic		breit elliptisch	Elipsoide amplio		9
55.	VG	Seed: surface		Same: Oberflächen- beschaffenheit	Semilla: ornamentación		
QN	(c)	No ornaments		ohne Ornamente	Ausente		1

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
		Ornaments present		Ornamente vorhanden	Presente		9
56.	VG	Seed: color		Same:Farbe	Semilla: color		
PQ	(c)	Whitish		weisslich	Blancuzco		1
		Cream		kremfarben	Crema		3
57. (*)	VG	Seed: flavor		Same: Geschmack	Semilla: sabor		
QN	(c)	Neutral		neutral	neutro		3
		Sweet		mild	dulce		5
		Bitter		bitter	Amargo salada		7 9
58. (+)	VG	Root: flavor		Wurzel: Geschmack	Raíz: sabor		
QN	(b)	Neutral		neutral	neutro		3
		Sweet		mild	dulce		5
		Bitter		bitter	amargo		7

Usos actuales y potenciales de esta especie

Esta variedad está en uso por el Laboratorio de Hematopoyesis y Leucemia, Unidad de Investigación en Diferenciación Celular y Cáncer, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM. Debido al alto contenido de metabolitos secundarios con efecto anti proliferativo.

Evaluación y rendimientos: Frutos y metabolitos secundarios

Como resultado del proceso de cruzamiento controlado en el complejo infraespecífico de *Sechium*, se han obtenido nuevas variantes biológicas, que en la mayoría de los casos la progenie supera a los progenitores, atribuido a la heterosis, este comportamiento ha sido reportado en muchas especies. Los frutos de la variedad Perla Negra superaron hasta 632 veces más la eficiencia de los progenitores, con base en efectividad biológica sobre células malignas, lo cual es sumamente relevante y cumple con el objetivo de obtención varietal. A continuación, se muestran algunos resultados morfométricos, rendimiento de metabolitos y actividad biológica funcional.

Cuadro 1. Características morfométricas de los frutos de la variedad Perla Negra.

Dimensiones (Promedio)			Peso (g ⁻¹)	Forma
Largo (cm)	Ancho (cm)	Profundidad (cm)		
5.93	4.74	4.15	66.84	Obovada

Cuadro 2. Rendimiento de metabolitos provenientes de los frutos de la variedad Perla Negra.

Año de evaluación Perla Negra	Peso seco muestra (kg)	Rendimiento extracto metanólico (%)	Rendimiento metabolitos terpenos (%)	Rendimiento metabolitos flavonoides (%)
2016	1.013	7.48	35	41.95

Cuadro 3. Presencia de metabolitos secundarios de los frutos de la variedad Perla Negra.

Pruebas extracto P. Agua??						
Año de evaluación Perla Negra	Alcaloides	Saponinas	Flavonoides	Fenoles	Taninos	Terpenoides
2016-2018	-	+	+	+	+	++++

Cuadro 4. Presencia de metabolitos secundarios en extracto metanolico de los frutos de la variedad Perla Negra.

Pruebas extracto P. Metanol (media de tres años)						
Año de evaluación Perla negra	Alcaloides	Saponinas	Flavonoides	Aceites esenciales	Taninos	Terpenoides
2016-2018	-	+	++	NP -	+	++++

Cuadro 5. Contenido medio de flavonoides en frutos de la variedad Perla Negra cosechados en tres años consecutivos.

Concentración (media de tres años) Flavonoides [mg kg ⁻¹]						
Año de evaluación Perla negra	Rutina	Mirecetina	Quercetina	Naringenina	Floretina	Galangina
2016-2018	18.73	202.20	335.43	1911.26	7510.32	3319.00

Cuadro 6. Tipo y contenido medio de cucurbitacinas en frutos de la variedad Perla Negra cosechados en tres años consecutivos.

Concentración (media de tres años) Cucurbitacinas [mg kg ⁻¹]				
Año de evaluación Perla negra/ Tipo de cucurbitacina	B	D	E	I
2016-2018	130.01	2244.77	112.21	53.76

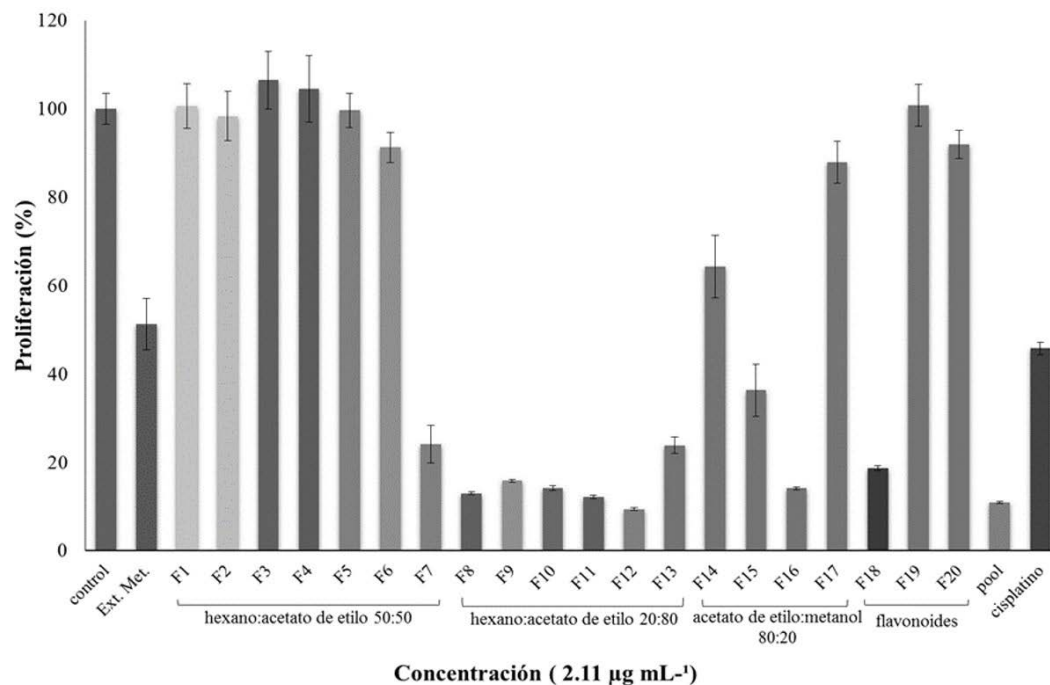


Figura 1. Inhibición de la línea celular HeLa, tratada con las fracciones obtenidas del extracto metanólico de *Sechium edule* cultivar Perla Negra. Las barras muestran \pm error estándar. La proporción de disolventes indica la fase móvil de la CCF en el rastreo de compuestos terpénicos.

Cuadro 7. Rendimiento de cucurbitacinas en nueve fracciones de un extracto metanólico del fruto del cultivar Perla Negra de *Sechium edule*, con actividad biológica sobre células de HeLa en condiciones *in vitro*.

Fracción	Cucurbitacina			
	B	D	E	I
F7	4.723		6.7621	
F8	6.94		7.7583	
F9	3.9365			
F10	0.7411	10.0779		
F11	0.2774	19.6135		5.4906
F12	0.0691	20.1076		1.3317
F13	0.0422	1.0151		
F15		2.0717		0.1352
F16	0.12	234.4876		
Concentración en 10 g (extracto metanólico)	16.8493	287.3734	14.5204	6.9575
Concentración en 1 kg (peso seco)	130.0167	2244.7691	112.2081	53.7594

Cuadro 8. Rendimiento (mg) de los flavonoides encontrados en la F18 obtenida del extracto metanólico del cultivar de *Sechium edule*, Perla Negra, mediante CCF, la cual mostró actividad biológica sobre la línea celular cancerígena de cáncer cervicouterino (HeLa).

Fracción F18 (mg kg ⁻¹)	Rutina	Miricetina	Quercetina	Naringenina	Floretina	Galangina
En 10 g (extracto metanólico)	0.18731	20.0228	3.3543	19.1101	75.1013	33.190
En 1.0 kg (peso seco)	18.7309	2002.20	335.435	1911.2609	7510.316	3319.00

Resultados relevantes

Se confirmó la presencia de terpenos y flavonoides en el cultivar Perla Negra, quien heredó la actividad biológica de sus progenitores y fue potencializada muy probablemente por cambios epigenéticos, ya que su extracto metanólico tuvo un IC₅₀ 632 veces menor que la reportada para su progenitor, lo que indica que puede ser un agente anticancerígeno potencial. La extracción y fraccionamiento del extracto vegetal con disolventes de mediana polaridad, fue más eficiente y mostró mayor actividad antiproliferativa, sobresaliendo diez fracciones cuyo IC₅₀ fue menor que la del extracto metanólico y el control positivo a base de Cisplatino™. La identificación de compuestos contenidos en las concentraciones con actividad biológica mediante CCF y HPLC evidenció para las fracciones de terpenos, la presencia de las cucurbitacinas D, E, B e I, y para la fracción de flavonoides la presencia de Rutina, Florizidina, Miricetina, Quercetina, Naringenina, Floretina, Apigenina y Galangina.

Innovaciones, Impacto e indicadores

El efecto biológico mostrado por el extracto metanólico de la Perla Negra tiene cierta especificidad en la inhibición de células tumorales y no afecta a células normales, esta es una característica inusual pero muy deseable entre las moléculas investigadas como posibles agentes biomédicos. Por lo anterior se abre la posibilidad de encontrar nuevos usos a plantas silvestres, realizar mejoramiento genético dirigido a la producción de metabolitos con potencial antiproliferativo.

Innovación	Impacto	Indicador General	Indicador Específico
Variación mejorada	Nieva variedad vegetal con título de obtentor	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y Tecnología 	Registros y Patentes solicitadas y concedidas,
Desarrollo Tecnológico	Alternativa para uso farmacológico, terapéutico de costos, reducción de riegos de pérdida u erosión genética.	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y Tecnología • Económico • Ambiental • Educación 	Innovación e Investigación, Recursos financieros, Actividad económica, Suelo, sector Agropecuario
Diversificación productiva en áreas rurales	Proyectos de diversificación productiva y económica en áreas rurales socialmente deprimidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación y Empleo • Sociedad y gobierno 	Población ocupada en sector primario; Tasa de trabajo asalariado. Ingresos y gastos de los hogares
Nuevos mercados: Presentación de producto final	Sector salud, suplementos alimenticios	<ul style="list-style-type: none"> • Económico 	Comercio exterior, Exportación, Agricultura
Manuales Técnicos y libros para chayote, Artículos	Contribución a la ciencia y tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y Tecnología 	Producción científica y tecnológica
Investigación participativa	Talentos formados: Licenciatura, Maestría y Doctorado	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y Tecnología 	Recursos humanos, Egresados