

RECURSOS GENÉTICOS

GERMOPLASMA DE TOMATE SILVESTRE (*Lycopersicum spp.*) EN LA RESERVA DE RECURSO GENÉTICOS DE APACUNCA (RRGA), CHINANDEGA

WILD TOMATO GERMPLASM (*Lycopersicum spp.*) IN THE RESERVE OF GENETIC RESOURCES OF APACUNCA (RRGA) CHINANDEGA

Benavides González Alvaro¹, Cisne Contreras José¹, Querol Lipcovich Daniel², Morán Centeno Juan Carlos¹

¹Grupo DEPARTIR, FAGRO. Álvaro.Benavides@una.edu.ni

²Asesor y consultor del grupo DEPARTIR.



RESUMEN

Considerando la importancia del tomate como cultivo hortícola, el presente estudio se realizó con el fin de aportar información *in situ* y *ex situ* usando seis muestras de poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum spp.*), endémicas de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA). Se implementaron normas de riego (0.4, 0.7 y 1.1 litros/planta/día) y niveles de biofertilizante (0, 100, 200 y 300 cc por bombada de 20 litros). Los experimentos establecidos *ex situ* fueron arreglados en diseños en franjas con tres réplicas y se utilizaron análisis univariados y multivariados en datos morfológicos. Los estudios *in situ* y *ex situ* indican que las poblaciones difieren en algunas variables, en donde variables de frutos y de planta fueron afectadas de manera significativa por las normas de riego y los niveles de biofertilizante, respectivamente. La mayor cantidad de frutos se obtuvieron con la dosis intermedia de riego, y los mayores niveles de biofertilizante. Los primeros tres componentes principales aislaron el 73.2 % de la variación total, y las dimensiones del fruto, longitud de tallo y entrenudos en la planta fueron las variables discriminantes entre los

ABSTRACT

Considering the importance of tomato as a vegetable crop, the present study was carried out to provide *in situ* and *ex situ* information using six samples from populations of wild tomato (*Lycopersicum spp.*), those samples are endemic in Reserve of Genetic Resources of Apacunca (RRGA). Irrigation indices were implemented (0.4, 0.7 and 1.1 liters / plant / day) and biofertilizer levels (0, 100, 200 and 300 cc per pump of 20 liters of content). *Ex situ* experiments were arranged in split-block design with three replicates using univariate and multivariate analysis on morphological data's. *In situ* and *ex situ* studies revealed differences among populations in some variables, fruit and plant variables were significantly affected by the irrigation indices and biofertilizer levels, respectively. The largest amount of fruits was obtained with the intermediate irrigation index and high levels of biofertilizer. The first three principal components isolated the 73.2% of the total variation, and the discriminate variables were established by the fruit dimensions, stem and internode length. The populations evaluated *in situ*, with irrigation indices and biofertilizer levels formed three distinct cores.

tratamiento conformados. Las poblaciones evaluadas *in situ*, con normas de riego y niveles de biofertilizante conformaron tres núcleos bien diferenciados. Las mediciones realizadas en las poblaciones en su hábitat natural (*in situ*) fueron menos variantes, en comparación con las poblaciones *ex situ* y expuestas a tratamientos. Las características encontradas en el tomate silvestre de la Reserva, sugieren que puede ser utilizado en la alimentación de las familias rurales, por lo tanto, se debe asegurar su conservación *in situ* y *ex situ*.

Palabra clave: *Lycopersicum* spp, diseños en franjas, normas de riego y biofertilizantes.

Measurements performed on the populations in their natural habitat (*in situ*) showed less variation in comparison to *ex situ* population and exposed to the treatments. The characteristics found in the wild tomato from Reserve, suggest that this wild crop can be used as feed in the rural households, therefore, is necessary their *in situ* and *ex situ* preservation.

Keywords: *Lycopersicum* spp., split-block designs, irrigation, biofertilizers, wild germplasm.

El conocimiento de la biodiversidad en un área determinada es de suma importancia para su conservación dentro de las áreas protegidas o dentro de las biosferas; sin embargo, no se tiene dicho listado y cuando existe al menos una parte, éste no presta la menor atención a los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Ante esta situación es recomendable la elaboración de un inventario detallado de las especies silvestres emparentadas con las cultivadas que están bajo conservación en las áreas protegidas (Azurdia, 1996b). Todo esto permitiría que en el futuro se realice el monitoreo frecuente de dichas especies para asegurarse de que están siendo conservadas eficientemente y disponibles para los fitomejoradores (Meyrat, 2001).

El tomate (*Lycopersicum esculentum*) es una de las hortalizas de mayor importancia, por lo que es necesario el estudio de sus parientes silvestres, dichas especies silvestres son diploide con 24 cromosomas en sus células somáticas.

Carrillos y Chávez (2010), mencionan que los actuales programas de mejoramiento genético buscan además de mejorar la productividad y adaptación, incorporar alta calidad nutricional, resistencia a patógenos, para obtener materiales apropiados mediante la introgresión, o retrocruzamiento. Por otro lado, el IPGRI (2000), indica que antes de promover la utilización de especies, es necesario conocer su variabilidad genética conservada en su hábitat natural, por lo que se debe prestar atención a las especies silvestres, realizar inventario y su descripción.

Considerando que el tomate tiene su origen en Latinoamérica, es muy importante el estudio de esta especie en su estado silvestre, así como expuesta a tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio. La Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), se encuentra ubicada en el departamento de Chinandega en el extremo nor-occidental de la macro región del Pacífico. Limita al norte con Honduras y el departamento de Madriz, al sur con el

Océano Pacífico, al este con el departamento de León y al oeste con el Golfo de Fonseca (MAG-FOR, 1997).

En las planicies de Somotillo se encuentran las depresiones de Villanueva y Somotillo. Comprende las zonas más altas de la depresión nicaragüense, y conforman un relieve plano suavemente ondulado con pendientes menores del 15%, con una asociación de suelos de texturas pesadas (vertisoles) en las áreas planas y depresionales, y suelos poco profundos de textura medias a finas en las partes más altas del relieve con drenaje imperfecto; y por su cercanía al Estero Real está sujeta a frecuentes inundaciones por el desborde de los ríos Villanueva y Negro (Levard *et al.*, 2000).

El clima según Holdridge corresponde a zonas de vida de bosque seco tropical (bs-T) con inclusiones de bosque seco subtropical, cálido monzónico (bs-S) y su precipitación es de aproximadamente 1600 mm-año. Igualmente presenta un período canicular definido, en donde la época seca ocurren el 8% de las precipitaciones y el 92% en época de lluvia y su temperatura media anual oscila entre los 28 °C y 29 °C (MARENA, 1999).

La localidad de Managua se ubica geográficamente a 12° 8' latitud Norte y 86° 10' longitud Oeste a una altura de 56 msnm. Los suelos pertenecen a la serie La Calera; presentan una textura franco a franco - arenosa con pH de 7.8 a 8.5 y una pendiente de 0-2%. La zona se caracteriza por su clima tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que van desde 27 °C hasta 34°C. La precipitación anual promedio para Managua es de 1100-1600 mm, humedad Relativa de 75 % y vientos de 12 km/h.

La Figura 1 muestra los promedios de temperaturas y totales mensuales de precipitaciones, en Chinandega y Managua.

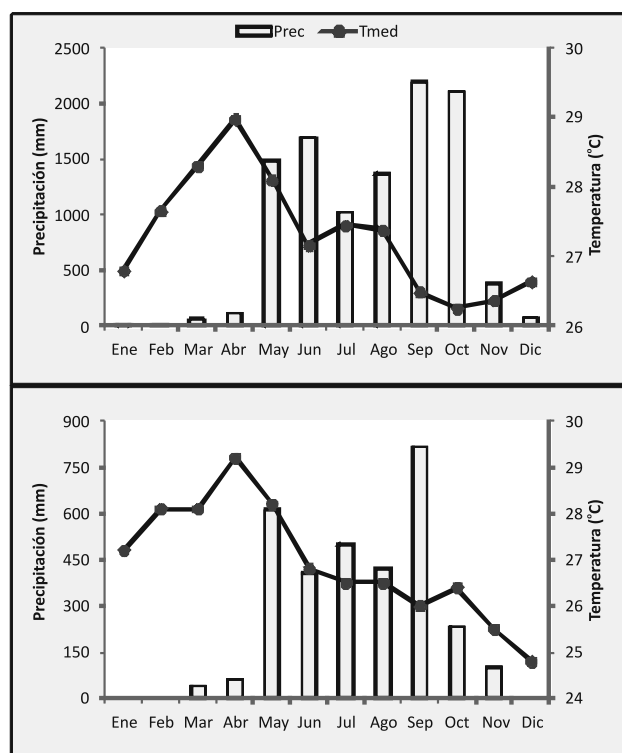


Figura 1. Condiciones climáticas de Chinandega y Managua. INETER, 2010.

El grupo de investigación Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR) en el marco del proyecto Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), financiado por FAO (2010-2011), muestreó tomate silvestre en la zona de RRGa. Dichas poblaciones fueron estudiadas *in situ*, y sometidas a tratamientos. El biofertilizante a base de estiércol de ganado, suero y melaza se diluyó en agua en bomba de 20 litros, y el riego fue aplicado en litros por planta (Tabla 1).

Tratamientos y diseño experimental. Un estudio basado en submuestreos se midieron valores en variables de la especie en su hábitat natural (*in situ*) en marzo 2010, y en los estudios posteriores (2011) se evaluaron cuatro niveles de biofertilizantes, tres normas de riego (0.4, 0.7 y 1.1 litros/planta/día) y dosis de biofertilizante (0, 100, 200 y 300 cc por bombada de 20 litros) aplicadas cada semana a las seis poblaciones (Tabla 1). En el caso del riego, se diseñó un equipo artesanal con tuberías y baldes plástico de 20 litros. Las normas de 0.4, 0.7 y 1.1 litros/planta/día fueron provistas con uno, dos y tres baldes de 20 litros, respectivamente.

Tabla 1. Ubicación geográfica de poblaciones de tomate silvestre en Apacunca, tratamientos *ex situ*

Muestra	Coordenadas	Biofertilizante	Riego
P1	1251588, 8656116	b0. 00	b1. 0.4
P2	1251903, 8656342	b1. 100	b2. 0.7
P3	1286448, 8694936	b2. 200	b3. 1.1
P4	1287461, 8696199	b3. 300	
P5	1286456, 8614929		
	1286454, 8614923		
	1286451, 8695924		
P6	1285811		
	8694891		

Manejo agronómico. Los tratamientos *ex situ* (biofertilizante y riego) se establecieron en el área experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Las semillas fueron establecidas en bandejas de polietileno de 108 orificios. Las bandejas con sustrato fue humus de lombriz a razón de 200 g, se protegieron durante los primeros 25 días en invernadero, hubo selección de plántulas para su trasplante, una vez que alcanzaron los 20 cm de altura. Las distancias fueron de 1 m y 0.8 m, entre surcos y planta, respectivamente. El tutoreo con material de bambú se efectuó la primera semana de marzo, en ambos ensayos; poniendo una lienza a una altura de 10 cm del suelo.

Análisis estadístico. En la parcela útil, fueron medidas 10 plantas de tomate por parcela. Los caracteres continuos (tallo, hoja, frutos y semillas) recopilados de los tratamientos fueron sujetos a un ANDEVA y LSD ($\alpha=0.05$) en un Modelo Aditivo Lineal propio de un diseño en franjas con tres réplicas, y analizados con SAS e InfoStat. Se determinó intervalos de confianza ($IC = \bar{y} \pm s/\sqrt{n}$). Asimismo, se estandarizaron las variables para un análisis de componentes principales a partir del método de correlaciones, y análisis de agrupamientos jerárquicos a través de método Ward y la distancia de Gower.

Análisis físico-químico de tomate silvestre. Una muestra de tomate (Maduro Firme, Estado 6 de Color USDA) silvestre de la RRGa, fue remitida al Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LABAL), adscrito al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) del Gobierno de Nicaragua para determinar su análisis físico químico. Fue utilizado la metodología oficial propuesta por la AOAC para análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomate silvestre en Apacunca. La Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) presenta diversidad genética de interés, y especies especies de alto potencial, entre las cuales se destacan el teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), tomate (*Lycopersicum* spp.), papayas (*Carica* spp.), cucúrbitas silvestres, entre otras especies (Benavides, 2004).

El tomate silvestre de la RRGa, también conocido como tomatillo, tomatito, tomate de monte, tomate de cerco, tomate de gallina, crece de manera silvestre en los primeros

meses del año; pero también se cultiva en huertos familiares y los frutos se consumen frescos o son utilizados en la preparación de alimentos. En la zona, no se ha documentado ningún manejo agronómico, y la planta en ocasiones presenta síntomas de virosis y daño causados por el minador de la hoja (*Lyriomiza* spp.); sin embargo, la producción no cesa. Alvarez-Hernández *et al.*, (2009), identificaron diversas especies de plagas asociadas al tomate silvestre, las cuales no obstruyeron la fructificación; asimismo, Sánchez-Peña *et al.*, (2006), citados por los mismos autores, determinaron una baja incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Las plantas se encuentran a orilla de cercos, por lo que algunas poblaciones son erradicadas debido el avance de la frontera agrícola, incursión de ganado menor y aves, y ampliación de viviendas. Las poblaciones silvestres de tomate deben de ser estudiadas para clasificar materiales con buenas propiedades organolépticas y características genéticas que puedan ser aprovechadas, tanto por las familias como por los mejoradores, respectivamente.

Nuez (1995); citado por Prohens *et al.*, (2003), informa que especies endémicas de tomates (*L. cheesmanii*) en Galápagos, tienen características de interés para la mejora genética del tomate cultivado, tales como resistencia a salinidad, estrés hídrico, contenido de azúcares, caroteno, tolerancia a patógenos, articulación del pedicelo, entre otros.

El tomate (*Lycopersicum* spp.), se distribuye a lo largo de la RRGGA y se encuentra asociado a especies silvestres de cucúrbitas, pasifloráceas, fabáceas, y poáceas (Benavides *et al.*, 2010).

Las muestras de tomate silvestre de la RRGGA varían en color (Figura 2), las tonalidades encontradas son combinaciones de amarillo, anaranjado y rojo, con mayor frecuencia rojo-naranja (9B8), rojo-amarillo (7B8), y naranja-amarillo (6A7). Estas variaciones obedecen al contenido de pigmentos licopeno y caroteno. Dichas tonalidades, también son reportadas por Prohens *et al.*, (2003), en las especies *L. typicum*, *L. minor*, *L. ceras.*, y *L. pimp.* De igual manera, Crisanto-Juárez *et al.* (2010), mencionan estos colores en tomates silvestres recolectados en Oaxaca, México.

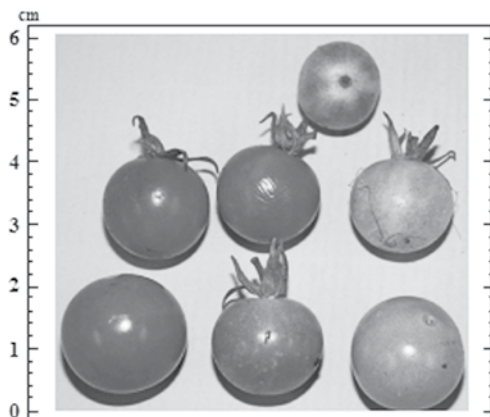


Figura 2. Variantes en tonalidades y longitud en cm de tomate silvestre de la RRGGA.

Los materiales recolectados presentaron mayor variación cuando se expusieron a tratamientos, y fuera de su ambiente natural. A nivel general, los intervalos obtenidos fueron los siguientes: In Situ=10.40±0.22, Riego=13.95±1.40, y Biofertilizantes=9.00±2.20. Carrillo y Chávez (2010), reportan promedios en diámetro de 1.4 y 1.8 cm, y pesos 1.5 a 3.0 g. Alvarez-Hernández *et al.*, (2009), muestrearon frutos de tomates silvestres que presentaban promedios en diámetro de 1.05 cm a 1.22 cm, y de 1.10 cm a 1.22 cm de longitud.

Tabla 2. Longitud del fruto en poblaciones de tomate silvestre

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Media
In situ	13.20	15.62	13.89	13.84	14.15	13.87	14.10
Riego	0.4	13.89	12.22	12.73	12.88	14.01	12.26
	0.7	13.60	11.54	11.46	10.93	11.38	11.76
	1.1	13.09	7.82	12.54	12.59	14.36	10.84
Biofertilizantes	0	4.82	4.91	6.66	8.96	8.63	7.01
	100	6.60	9.88	7.99	9.87	8.99	9.77
	200	7.94	10.49	8.33	10.65	8.84	10.00
	300	8.82	10.07	9.12	10.88	9.58	10.30

Análisis físico-químico en tomate silvestre de Apacunca.

El fruto del tomate silvestre es una baya, con un sabor ligeramente ácido. El tomate presenta poca cantidad de calorías. La mayor parte de su peso es agua y el segundo constituyente en importancia son los hidratos de carbono (Tabla 3). Contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico. El tomate es una fuente importante de ciertos minerales, como el potasio y el magnesio. De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Presenta también carotenoides como el licopeno (pigmento que da el color rojo característico al tomate). La vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora del organismo (<http://www.consumer.es>).

Las fibras son los carbohidratos no digeribles y lignina que se encuentran intactos en las plantas; y las cenizas como los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecen en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica.

El tomate está entre los alimentos con bajo contenido en fibra (< 2g/100 g de alimento). En la Tabla 3, se muestran los valores por cada 100 g, tanto en las variedades comerciales como en el tomate silvestre recolectado en la RRGGA. Se puede observar que los análisis en cuanto a proteínas y agua son similares; no así en el contenido de grasa, que es casi nulo en el tomate silvestre nicaragüense.

Tabla 3. Valor nutricional en crudo por cada 100 g de tomate

Contenido	Tomate comercial*	Tomate silvestre**
Agua	95	92.43
Calorías (Kcalorías)	23	--
Proteínas	0.8	0.78
Grasas	0.2	0.00
Hidratos de Carbono	3.5	--
Fibra	1.8	0.72
Cenizas	0.6	1.47

Fuente: *USDA, <http://www.consumer.es/>, ** LABAL-MIFIC

Caracterización in situ de poblaciones de tomate silvestre.

Mediante submuestreos *in situ* se encontró diferencias en las poblaciones. La variación en los caracteres fue baja. El peso

promedio general fue de 1.84 g, con mayor peso la población P2. En el tomate silvestre la relación entre ancho y longitud de fruto es aproximadamente de uno, lo que indica que los frutos son casi redondos. Las muestras de frutos no superaron los 2 cm, y con mayor frecuencia se encontraron frutos de 1.5 cm. El tomate silvestre de la RRG, presentó entre 40 y 60 semillas por fruto, y aunque esta es una variable inapropiada para el consumo, no es relevante según los pobladores de la RRG. Alvarez-Hernández *et al.*, (2009), reportan intervalos de peso de fruto de 0.95 ± 0.19 , 7.55 ± 1.99 , 0.91 ± 0.13 , 1.20 ± 0.21 , 1.19 ± 0.17 y 8.87 ± 2.01 en seis poblaciones silvestres de tomate mexicanos. Los mismos autores, contabilizaron el número de semillas en frutos con los siguientes resultados: 44.75 ± 5.76 , 104.1 ± 30.17 , 42.05 ± 36.20 , 42.05 ± 7.56 , 36.20 ± 7.88 , 37.35 ± 7.91 y 113.5 ± 24.06 . Los valores promedios de la Tabla 4, contrastan con los muestreados por estos autores.

Tabla 4. Significación estadística en variables de fruto evaluadas en germoplasma de tomate silvestre en la RRG, Somotillo, Chinandega

Muestra	Peso de Fruto	Diámetro de fruto	Longitud de fruto	Volumen de fruto	Brix	Semilla por fruto
P2	2.51 a	16.44 a	15.62 a	12.80 a	10.43 d	50.00 b
P5	1.90 b	14.77 b	14.15 b	9.73 bc	10.60 cd	48.80 b
P3	1.75 c	14.65 b	13.89 b	10.37 b	10.83 c	56.83 a
P6	1.69 cd	13.94 c	13.87 b	10.33 b	11.83 b	48.13 b
P4	1.63 d	13.95 c	13.84 b	8.73 cd	12.47 c	43.73 c
P1	1.55 d	13.64 c	13.13 c	8.73 cd	10.83 c	47.33 bc
R2	0.96	0.91	0.88	0.85	0.98	0.80
Fisher	0.002	0.012	0.001	0.01	0.045	0.023
CV	4.42	2.47	2.81	9.25	1.17	4.95

Promedios con letras similares no difieren (LSD, $\alpha=0.05$), CV Coeficiente de variación (%).

Normas de riego y biofertilizantes sobre poblaciones de tomate. El riego aplicado, así como las dosis de biofertilizante afectaron de manera significativa ($p=0.05$),

algunas variables. Las variables de frutos y tallo respondieron a las normas de riego y los niveles de biofertilizante, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto normas de riego y biofertilizantes en poblaciones de tomate silvestre

Variables	Rep.	Pob	Riego	Pob*Riego	R2	CV	Rep.	Pob	BiofPob*Biof	R2	CV
Ancho de hoja	0.476	0.081	0.004	0.204	0.68	10.30	0.818	0.000	0.047	0.121	23.89
Longitud de la hoja	0.211	0.008	0.188	0.083	0.71	10.50	0.375	0.000	0.030	0.009	16.67
Altura de tallo	0.601	0.415	0.011	0.348	0.60	9.84	0.676	0.000	0.000	0.001	12.77
Diámetro de tallo	0.326	0.018	0.447	0.812	0.68	10.73	0.593	0.001	0.001	0.160	17.52
Long.entrenudo	0.578	0.266	0.948	0.526	0.62	11.09	0.068	0.000	0.002	0.001	16.05
Número de racimo	0.173	0.214	0.017	0.031	0.72	31.10	0.884	0.050	0.034	0.843	48.20
Fruto maduro	0.105	0.167	0.018	0.231	0.70	39.51	0.544	0.000	0.000	0.071	58.00
Fruto verde	0.291	0.390	0.050	0.120	0.85	31.70	0.996	0.198	0.014	0.455	72.79
Frutos por planta	0.162	0.665	0.058	0.261	0.65	37.13	0.864	0.005	0.132	0.832	72.84
Longitud de fruto	0.758	0.090	0.438	0.379	0.80	6.70	0.947	0.003	0.179	0.027	20.13
Diámetro de fruto	0.372	0.159	0.050	0.767	0.68	10.45	0.894	0.034	0.404	0.204	22.07
Peso de fruto	0.577	0.066	0.013	0.627	0.65	19.43	0.376	0.489	0.390	0.433	85.00
Semilla por fruto	0.632	0.021	0.068	0.968	0.60	15.04	0.531	0.007	0.393	0.583	26.70
Volumen de fruto	0.853	0.019	0.020	0.825	0.66	23.83	0.688	0.005	0.178	0.719	61.75
Brix	0.272	0.063	0.070	0.033	0.70	13.30	0.334	0.008	0.156	0.511	19.66

Rep = Réplicas, Pob = Población, Biof = Biofertilizante.

La longitud de entrenudo promedio fue de 3.73 cm y 2.75 cm en el tomate silvestre de la RRGa para el efecto de riego y biofertilizante, respectivamente (Tabla 6); estos promedios coinciden con los reportados por Prohens *et al.*, (2010) en *L. typicum*, (3.34±0.48), y *L. minor*, (2.96±0.38).

El peso promedio de fruto fue de 1.72 y 1.34 g para las normas de riego y niveles de biofertilizante. Prohens *et*

al., (2010), reportan intervalos de 1.03±0.15 para Gal red; y 0.43±0.12, 0.35±0.03, 0.77±0.19, 5.41±1.5 y 1.07±0.07 en *L. typicum*, *L. minor*, *L. ceras.*, y *L. pimp.*, respectivamente.

Los grados Brix reportados tuvieron un rango entre 4.29 y 5.72 (Tabla 6); Prohens *et al.*, (2010), reportan intervalos de 10.37±0.88 en *L. typicum*, 14.29±0.52 en *L. minor*, 6.30±1.16 en *L. ceras.*, y 8.56±0.48 en *L. pimp*

Tabla 6. Categorización estadística en normas de riego y niveles de biofertilizantes

		Fruto verde	Fruto maduro	Peso de fruto	Longitud fruto	Diámetro fruto	Semilla de tallo	Altura	Brix	Longitud de entrenudos
Riego	0.4	12.6 a	12.2 b	1.9 a	12.6 a	13.8 a	44.5 a	84.6 b	4.79 a	3.7 a
	0.7	15.0 a	17.3 a	1.7 b	12.4 ab	3.3 ab	44.2 a	85.6 a	4.79 a	3.8 a
	1.1	12.4 a	12.6 b	1.6 b	11.7 b	12.6 b	39.8 b	77.4 b	4.29 b	3.7 a
Biofertilizantes	0	2.6 b	14.3 b	2.7 a	8.1 a	8.5 a	26.8 b	54.3 b	5.52 a	2.4 b
	100	12.1 a	16.9 ab	0.8 a	8.5 a	8.7 a	29.5 ab	70.0 a	5.72 a	2.8 a
	200	13.0 a	25.4 a	0.9 a	9.2 a	9.5 a	29.4 ab	77.6 a	5.69 a	2.8 a
	300	10.7 a	20.4 ab	0.9 a	9.1 a	9.3 a	31.4 a	76.5 a	4.97 a	3.0 a

Relación y variación de tratamientos. El análisis de componentes principales reflejó que la proporción acumulada en los dos componentes es suficiente para su interpretación (Figura 2). El primer componente (CP-1) aisló el 37.4% de la variación total, y estuvo integrado por la longitud de fruto (0.381), ancho de fruto (0.375), longitud de entrenudos en el tallo (0.369), número de semillas por fruto (0.367) y altura del tallo (0.340). La variación aislada por el segundo componente (CP-2) fue de 26.3%, y las variables

discriminantes fueron, el número de racimos por planta (0.463), número de frutos por planta (0.450), número de frutos maduros (0.438) y el diámetro del tallo (0.369). Las variables de mayor peso en el CP-3 fueron el peso del fruto (-0.516) y los grados Brix (-451). Dichas variables, acumularon el 67%, 74% y 47% a lo interno de los CP-1, CP-2 y CP-3.

Aunque la selección del número de componentes puede depender del objetivo del estudio e investigador; Hidalgo (2003) considera que un 70% de la variación fenotípica total aportada por los tres primeros componentes, es considerable.

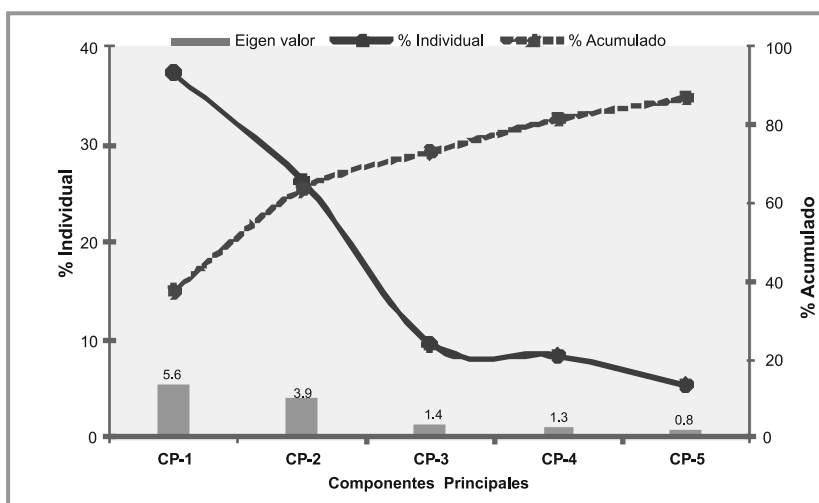


Figura 2. Proporción de varianzas en tratamientos de tomate silvestre recolectado en la RRGa.

El análisis de componentes principales, aisló la variación total fenotípica en 63.6% y 73.2%, en los dos y tres primeros componentes, respectivamente. Las variables ancho del fruto, longitud de entrenudos en el tallo y número de semillas en el fruto, fueron las características con mayor valor descriptivo en cuanto a la diferenciación de las muestras *in situ* (Figura 3) del resto de los tratamientos. Los tratamientos graficados en la Figura 4, reflejan el mismo comportamiento.

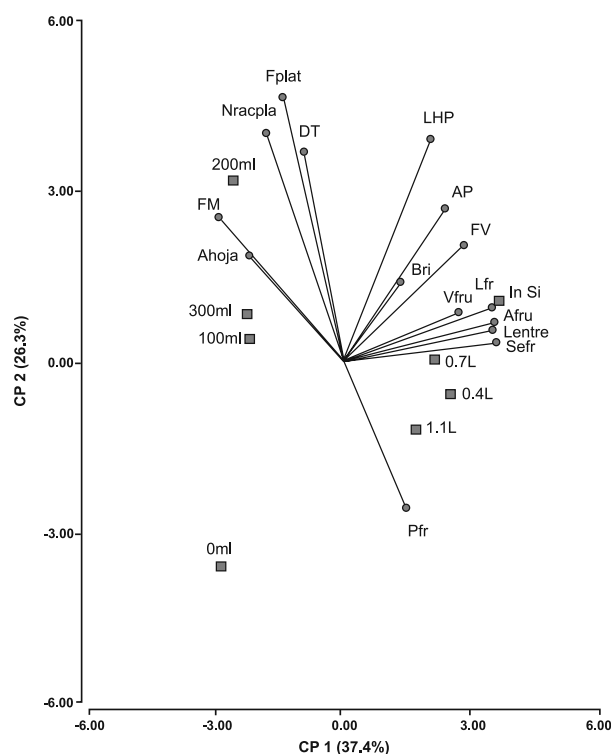


Figura 3. Distribución de tratamientos en tomate silvestre muestreados *in situ* y *ex situ*.

Las poblaciones evaluadas *in situ*, con normas de riego y niveles de biofertilizante conformaron tres núcleos bien diferenciados. Las mediciones realizadas en las poblaciones en su hábitat natural fueron menos variantes, en comparación a las conformadas *ex situ* y expuestas a tratamientos.

El análisis de conglomerados mostró que las poblaciones evaluadas *in situ*, con normas de riego y niveles de biofertilizante presentaron tres grupos muy diferentes a una distancia de 0.89 mediante el método Ward y la distancia de Gower con un coeficiente cofenético de 0.90. Las mediciones realizadas a las poblaciones *in situ* presentaron menor variación, en relación a las conformadas *ex situ* y expuestas a tratamientos (Figura 4).

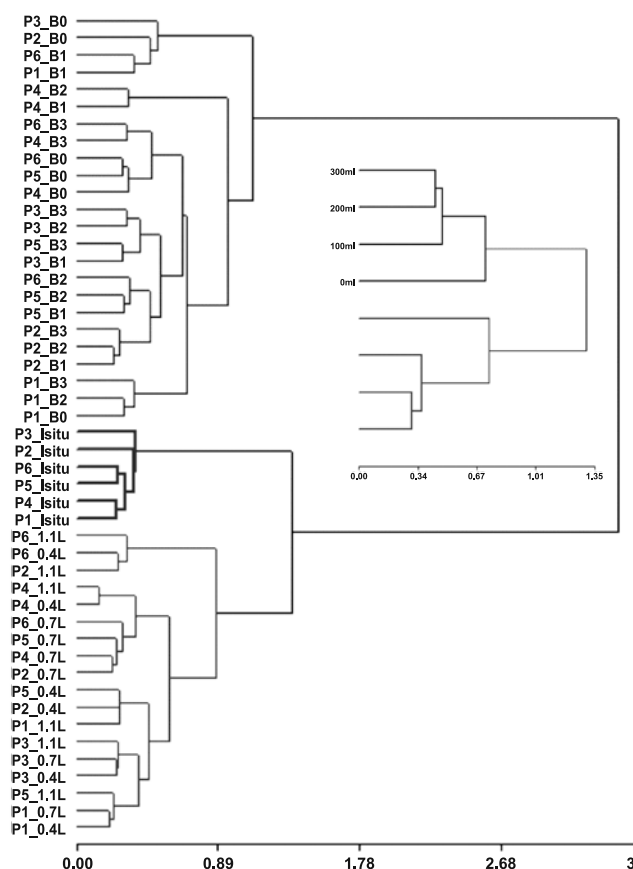


Figura 4. Relación en poblaciones de tomates silvestres muestreados *in situ* y *ex situ*.

CONCLUSIONES

Basado en el presente estudio sobre tomate silvestre, se realizaron las siguientes consideraciones:

La aplicación de niveles de riego y biofertilizante sobre las poblaciones ejercen efecto significativo en variables. La mayor cantidad de frutos se obtuvieron con la dosis intermedia de riego, y mayores niveles de biofertilizante.

Más del 70% de la variación total fue explicada por el fruto, longitud de tallo y entrenudos en la planta. Las poblaciones *in situ*, se distanciaron de las poblaciones con normas de riego y biofertilizantes. En su hábitat natural las poblaciones de tomate fueron menos variantes, en comparación a las conformadas *ex situ*.

El tomate silvestre de la RRGa tiene características organolépticas que pueden ser utilizadas de manera directa en la alimentación de las familias rurales, por consiguiente, se debe asegurar su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Hernández JC; Cortez-Madrigal, H; García-Ruiz, I. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. Polibotánica, Núm. 28, agosto-septiembre 2009, pp 139-159.
- Azurdia, C. 1996a. Conservación *in situ* de los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 47-48.
- Azurdia, C. 1996b. Las malezas como un reservorio genético de las plantas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 12-13.
- Benavides GA; Cisne C, J; Querol L, D. 2010. Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ). Informe DRP. UNA-FAO. Managua, Nicaragua, 109 p.
- Benavides G, A. 2002. Caracterización y evaluación *ex situ* de una población de teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) recolectada en el norte de Chinandega. Revista LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Año 2. No. 2. Agosto-2002. p. 6-13.
- Carrillo R, J; Chávez J, LS. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 33 (Núm. Especial 4): 1-6.
- Crisanto-Juárez A; Vera-Guzmán, A; Chávez-Servia, J; Carrillo-Rodríguez, J. 2010. Calidad de frutos de tomates silvestres (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme* Dunal) de Oaxaca, México. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 33 (Núm. Especial 4): 7-13.
- Hidalgo R. 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.
- INETER. 2010. Datos climatológicos de Nicaragua.
- IPGRI. 2000. Frutales del trópico americano, de la información a la investigación. Boletín de las Américas. Calí, Colombia. V. 6, No. 1. p. 4-8.
- Kornerup, Andreas. 1984. Metthuen Handbook of Color. 252 p.
- Levard, L; Marín, Y; Pérez, F; Ruiz, A; Serra, HL. 2000. Potenciales y limitantes para el desarrollo agropecuario en el municipio de Somotillo. Cuaderno de Investigación # 10. NITLAPLAN-UCA/FIDA. 148 p.
- MAG. 1997. Nicaragua, Potencialidades y Limitaciones de sus Territorios. Gobierno de Nicaragua. 170 p.
- MAG-FOR. 1999. Regionalización Biofísica para el desarrollo Agropecuario del departamento de Chinandega. Managua, Nicaragua. 162 p.
- Martin, GJ. 2001. Etnobotánica. Pueblos y Plantas, Manual de Métodos, Edit. Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay. 240 p
- Meyrat A. 2001. Estrategia nacional de biodiversidad Nicaragua. Estado de conservación de los ecosistemas PNUD-NIC, MARENA. 189. 22 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 1999. Biodiversidad en Nicaragua: Un estudio de país. MARENA-PANIF. 1a. Ed. 469 p.
- Prohens, J; Blanca, JM; Nuez, F. 2003. Caracterización de tomates silvestres de las Islas Galápagos. 114 actas de Horticultura No.39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Pontevedra 2003, Biodiversidad, 3 p. <http://www.comav.upv.es/publicomav/744.pdf>.
- USDA APHIS. 1991. Environmental Assessment and Finding of No Significant Impact on Tomato Containing an Antisense Polygalacturonase Gene. Permit Number 91-268-01.