

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica De Tres Genotipos De Chile Habanero Naranja
Bajo Agricultura Protegida

Por:

URÍAS CRUZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica De Tres Genotipos De Chile Habanero Naranja
Bajo Agricultura Protegida

Por:

URÍAS CRUZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Asesor Principal interno



Dr. David Sánchez Aspeytia
Asesor Principal Externo



Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2022

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Urías Cruz Hernández

AGRADECIMIENTOS

Al **Señor Dios Todopoderoso** porque ha estado en cada paso de mi vida, su amor su misericordia y gracia han estado a favor de mi vida, al principio de la carrera con inseguridad y mucho temor invadían mi mente y mi corazón, pero Dios habló a mi corazón dando una promesa de que Él prometía estar conmigo en cada momento, que en sus planes estaba de que viniera a Saltillo, no solamente para concluir una carrera si no para hacer grandes cosas conmigo a través de mi vida. GLORIA Y HONRA SEAN AL SEÑOR, y Él te dice buscadme y viviréis.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios y poder lograr una meta más en mi formación académica, estaré agradecido siempre con la universidad por todos los apoyos, conocimientos, visiones y bonitas amistades.

Al **Dr. David Sánchez Aspeytia** por brindarme su amistad y su valiosa colaboración para la realización del trabajo de investigación, ya que sin sus aportaciones este trabajo no hubiese sido posible llevarse a cabo.

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por su valiosa colaboración en la estructuración y elaboración de esta tesis.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Vadillo** por integrarme a la elaboración de esta tesis, por cada consejo, motivación que fueron de gran ayuda.

A mis amigos de la universidad que estuvieron pendientes de este trabajo, por su valiosa amistad y hermandad que surgió es esta bonita carrera, **GEORGINA, KARINA, ANTELMO, RIKI, LUIS, MIGUEL ÁNGEL y ALEXANDER.**

A mi novia **YAMILET** por estar conmigo en cada momento, por insistirme siempre a echarle ganas, para terminar satisfactoriamente mi carrera.

A mi primo, hermano y amigo **ELMER** por su motivación e invitación a seguir estudiando ya que sin su llamada por teléfono que me hizo hace aproximadamente cinco años yo no estuviera aquí donde estoy, ha sido un hermano durante estos años de carrera, su apoyo ha sido fundamental.

A mis amigos de la iglesia, primeramente, al pastor de la iglesia (CAVIPA) donde me congreso JUAN DE DIOS HINOJOSA, DANI, JUDY, ALEX MARTINEZ, NARA FUENTES, CESAR, FOFO, RUTH, JORGE MELO, JORGITO, OMAR, ADRIEL, AMITAI, MEMO, SUSY, JORGE GONZALES, NORMITA, ELVIRA, DAVID, TEO, ETC. Han sido de gran ayuda, ya que siempre estuvieron al pendiente de mí y de mi avance durante la carrera.

A mis primos que siempre estuvieron presentes ayudándome económicamente y emocionalmente, CHAKI, ANANÍAS, VICTOR, BICHO, DAIN, SILILLAS, ADONAY, ESDRAS, ABI, CHAY, PICHI, CALI, ELIER, FABI, CHAGO, TONY, ASMETH, ETC. Su apoyo a incondicional el amor entre primo siempre ha estado.

A mi familia que sin duda alguna fueron ellos el motor a seguir adelante: mi papá RUBEN CRUZ SALINAS, mi mamá LEONOR HERNÁNDEZ AVENDAÑO, hermanos NERY, NOEMÍ, MOISÉS, SURI, mis abuelitos, RUBEN, ELENA Y LEOPOLDO. Que, aunque fue difícil poder salir de casa y dejar a mi familia, hoy ha valido la pena, gracias doy a Dios por la familia que me ha dado que, aunque no es perfecta siempre está ahí, agradezco infinitamente sus consejos, enseñanzas, y correcciones, que son las que formaron un carácter en mi vida que me ha ayudado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS	PAGINAS
RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Lugar de origen	3
2.2 Producción de chile habanero	4
2.3 Características botánicas y taxonómicas del chile habanero.....	5
2.4 Requerimientos edáficos.....	6
2.5 Variedades de chile habanero	6
2.6 Registro de variedad jaguar.....	7
2.7 Origen y desarrollo de la variedad jaguar.....	7
2.8 Características botánicas y hortícolas de la variedad jaguar.....	8
2.8.1 Características botánicas	8
2.9 Requerimiento hídrico	11
2.10 Fertilización	12
2.11 Invernadero.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Localización de las áreas de estudio.....	15
3.2 Material genético	15
3.3 Producción de plántula.....	16
3.3.1 Trasplante en condiciones de invernadero	16
3.3.2 Riego.....	16
3.3.3 Tutorado.....	16

3.4 Solución nutritiva.....	17
3.4.1 Control de plagas y enfermedades.....	18
3.4.2 Principales plagas.....	19
3.5 Variables evaluadas	20
3.5.1 Altura de planta	21
3.5.2 Medición de clorofila en unidades (SPAD)	22
3.5.3 Diámetro polar del fruto (mm)	23
3.5.4 Diámetro ecuatorial del fruto (mm).....	24
3.5.5 Rendimiento de tratamientos (kg/27 plantas)	25
3.5.6 Número de frutos por planta.....	26
3.5.7 Peso promedio de fruto.....	27
3.6 Diseño experimental	28
3.7 Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Altura de planta	30
4.2 Clorofila.....	31
4.3 Diámetro polar del fruto.....	33
4.4 Diámetro ecuatorial del fruto.....	34
4.5 Rendimiento de tratamientos (kg/27 plantas).....	35
4.6 Número de frutos.....	36
4.7 Peso promedio de fruto.....	37
V. CONCLUSIÓN.....	38
VI. REFERENCIAS	39

ÍNDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de chile habanero.	5
Cuadro 2. Características botánicas y hortícolas de la variedad Jaguar de chile habanero.	9
Cuadro 3. Características de la planta de chile habanero naranja.	10
Cuadro 4. Características del chile habanero naranja.	10
Cuadro 5. Genotipos de chile habanero naranja utilizados para la evaluación agronómica.	15
Cuadro 6. Formulación de soluciones madre de macronutrientes para el fertirriego para la producción de chiles habaneros bajo condiciones de agricultura protegida en el CESAL INIFAP, 2018.	17
Cuadro 7. Formulación de soluciones madre de micronutrientes para el fertirriego para la producción de chiles habaneros bajo condiciones de agricultura protegida en el CESAL INIFAP, 2018.	18
Cuadro 8. Relación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades durante el manejo del cultivo.	19
Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas en producción de chile habanero naranja bajo agricultura protegida en el campo experimental INIFAP Saltillo, durante el ciclo de producción P-V 2018.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo del cultivo de chile habanero naranja en el invernadero del campo experimental del INIFAP Saltillo.	20
Figura 2. Determinación de la altura de planta en el invernadero del campo experimental del INIFAP Saltillo.	21
Figura 3. Medición de clorofila con un SPAD Minolta 560 en unidades SPAD.	22
Figura 4. Medición del diámetro polar del fruto, utilizando un calibrador vernier Starrett, en las oficinas del Campo Experimental del INIFAP Saltillo.	23
Figura 5. Medición del diámetro ecuatorial del fruto, utilizando un calibrador vernier Starrett, en las oficinas del Campo Experimental del INIFAP Saltillo.	24
Figura 6. Frutos totales en corte semanal del chile habanero en el invernadero del Campo Experimental INIFAP de Saltillo.	25
Figura 7. Conteo de frutos totales en corte semanal de chile habanero naranja en el invernadero del campo experimental del INIFAP Saltillo.	26
Figura 8. Peso del fruto de chile habanero con una balanza digital modelo EQ-10/20, en las oficinas del campo experimental del Inifap Saltillo.	27
Figura 9. Comparación de medias para la variable altura de planta de los tres genotipos de chile habanero anaranjado, bajo condiciones de invernadero en el ciclo P-V 2018 en Saltillo, Coahuila.	30

Figura 10. Dispersión de la clorofila en el cultivo de chile habanero naranja bajo condiciones de invernadero en el ciclo P-V 2018 en el INIFAP CESAL.	31
Figura 11. Comparación de medias de la variable unidades SPAD (clorofila) en los tres genotipos de chile habanero evaluados bajo condiciones de Invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.	32
	33
Figura 12. Comparación de medias para la variable de diámetro polar del chile habanero bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.	
Figura 13. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial del chile habanero, bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.	34
Figura 14. Comparación de medias para la variable de rendimiento (kilogramos en 27 plantas) de chile habanero bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.	35
Figura 15. Comparación de medias para la variable número de fruto (frutos cosechados en 27 plantas) de chile habanero naranja en producción de agricultura protegida en el campo experimental del INIFAP de Saltillo, Coahuila, 2018.	36
Figura 16. Comparación de medias para la variable evaluada peso promedio de fruto de chile habanero naranja en producción de agricultura protegida en el campo experimental del Inifap de Saltillo.	37

RESUMEN

Evaluación Agronómica de Tres Genotipos de Chile Habanero Naranja Bajo Agricultura Protegida

El presente trabajo de investigación se realizó en un invernadero que pertenece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, campo experimental Saltillo (INIFAP-CESAL).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de tres genotipos de chile habanero bajo agricultura protegida en Saltillo, Coahuila. El diseño experimental que se utilizó, fue bloques completos al azar. Los tratamientos estuvieron conformados por tres genotipos (Tratamiento 1= Genotipo HN-5), (Tratamiento 2= Genotipo Var. Jaguar), (Tratamiento 3= Genotipo HN-7) -con tres repeticiones, cada repetición de nueve plantas siendo estas la unidad experimental, el arreglo en el invernadero estuvo constituido por tres surcos a una distancia de 0.50 m y 0.50 m entre planta y planta, con una longitud de 12 m dando una superficie total de 48 m², en esta superficie se tuvieron 81 plantas en total. La cosecha se efectuó en forma manual, cuando los frutos presentaron una coloración naranja brillante, características consideradas como óptimas. Para el análisis de las variables se utilizó el paquete estadístico SAS, donde se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias mediante Tukey ($p \leq 0.05$). El tratamiento que tuvo resultados numéricamente destacables fue el genotipo HN-5, este sobresalió en las variables de clorofila con 57.64 unidades SPAD, rendimiento con 14.79 kg, número de frutos 2,874 y altura de planta 64.33 cm. En las variables de diámetro polar del fruto con 37 mm, diámetro ecuatorial del fruto 23.8 mm y peso promedio de fruto con 5.08 g el genotipo que sobresalió fue el Jaguar

1.- INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos de gran importancia para región sureste de México es el chile habanero, particularmente para Yucatán y Tabasco siendo estos los estados de mayor producción nacional. En México y en todo el mundo el chile habanero es utilizado debido a sus distintas propiedades, es utilizado en rubros diferentes como la gastronomía, la medicina dentro del cual se utilizan sus componentes para fabricar pomadas, ungüentos que alivian severos dolores causados por la artritis, dentro de la industria química se utiliza para realizar la base de algunas pinturas, así como, para fabricar gases lacrimógenos (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Su producción es ligeramente mayor en el ciclo otoño-invierno con 57%, mientras que el restante 43% se genera en el ciclo primavera-verano. Dos estados con mayor producción, Yucatán con el 41% y Tabasco con el 32% producen poco menos de las tres cuartas partes de la producción nacional (SIAP, 2015).

A pesar de la gran importancia de este chile, así como, otras especies nativas de la República Mexicana no han recibido la atención debida por parte de las autoridades.

Es de suma importancia mantener la variabilidad genética del chile habanero ya sea *in situ* o en bancos de germoplasmas para que en su tiempo sirvan como fuente de genes de importancia genética.

Para ello en México se debe realizar mejoramiento genético de chiles, que haya formación de cultivares de amplia base genética mediante selección, esto permitirá contar con genotipos tolerantes a diferentes condiciones ambientales adversas.

Para el caso del chile habanero, en México solamente existen registrados 12 variedades de chile, lo que corresponde al 32.43% de las variedades registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), que son de 37 variedades de distintas especies. De estas 12 variedades nueve fueron obtenidas por el Centro

de Investigaciones y Ciencias de Yucatán (CICY) (75%), el 25% restante corresponden a variedades obtenidas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en total el INIFAP es la institución que ha generado mayor número de variedades vegetales de Chile con el 51% (CNVV-SNICS, 2016).

Por lo descrito y mencionado anteriormente, el presente trabajo de investigación se ha realizado para evaluar el comportamiento agronómico de Chile habanero de tres genotipos de Chile habanero bajo agricultura protegida, en el Campo Experimental Saltillo, (CESAL) del INIFAP.

1.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres genotipos de Chile habanero anaranjado bajo condiciones de agricultura protegida en Saltillo, Coahuila.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento agronómico y de rendimiento de Chile habaneros bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el mejor genotipo en cuanto su comportamiento agronómico y calidad de fruto.

1.3 Hipótesis

Al menos uno de los genotipos de Chile habanero anaranjado tendrá un mejor comportamiento agronómico bajo condiciones de agricultura protegida en Saltillo, Coahuila.

2.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Lugar de origen

Se indican como centros de origen de *Capsicum chinense* Jacq. a Bolivia, Perú, sureste de Brasil, Los Andes y Colombia, aunque algunas variedades también se pueden encontrar en África y el sureste de Asia, ya que fueron introducidos por los portugueses en la época Colonial (Tun, 2001). Se cree que probablemente fue introducido a la península de Yucatán desde Cuba, ya que se tenía mayor comercio con la isla lo que podría explicar su nombre popular de habanero (López *et al.*, 2009).

En el 2010 se obtuvo la denominación de origen del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) de la Península de Yucatán, siendo el estado de Yucatán el principal productor (Borges *et al.*, 2014). Donde se cultiva principalmente por el sistema tradicional en campo a cielo abierto, sin embargo, el cultivo obtenido a través de este sistema es afectado negativamente por un gran número de factores ambientales capaces de reducir dramáticamente la calidad del chile habanero, rendimiento y rentabilidad del cultivo (Lugo *et al.*, 2010).

El área tradicional de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se ubica en la península de Yucatán donde se establece alrededor de 80% de su siembra en México, en una superficie que fluctúa de 750 a 950 ha (Trujillo y Pérez, 2004;). Debido a la alta demanda del producto, se ha iniciado el establecimiento en otras regiones del país, principalmente en la franja costera del Golfo de México. Aproximadamente 50% del área dedicada a esta hortaliza, se siembra con materiales criollos, el resto con variedades de polinización libre y un área mínima con híbridos de reciente formación, desarrollados por empresas transnacionales, lo que propicia fuga de divisas que afecta la economía del país (Ramírez *et al.*, 2012). Hasta el año 2008, no se disponía en forma comercial de variedades nacionales ni extranjeras que reunieran las características de calidad intrínseca del verdadero habanero (aroma, pungencia y sabor), por lo que el productor prefería sembrar materiales criollos seleccionados por ellos mismos, aún y cuando estos presentan bajo potencial de producción y alta heterogeneidad (CONAPROCH, 2016).

2.2.- Producción de Chile Habanero

El chile habanero se cultiva en diferentes estados de México. El rendimiento medio nacional es de 9,9 t ha⁻¹, aunque en algunos estados se han alcanzado rendimientos más de 17 t ha⁻¹ (Noh *et al.*, 2010; SIAP-SAGARPA, 2012). Los estados productores de chile habanero se localizan en la península de Yucatán: Campeche y Quintana Roo. Los rendimientos a campo abierto varían de 10 a 40 t ha⁻¹ (Macías *et al.*, 2013).

Enríquez, (2012) menciona que el chile habanero (*Capsicum chinense*) es uno de los chiles más producidos por su alta rentabilidad, competencia y demanda en el mercado. En México, son varios los estados que actualmente están produciendo chile habanero: Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Jalisco, Veracruz, Baja California Sur, San Luis Potosí, Chiapas, Sonora, Michoacán, Nayarit, Sinaloa, Chihuahua y Colima. De éstos, Yucatán ocupa el primer lugar como productor nacional de chile habanero.

La producción en invernadero de este cultivo en condiciones óptimas es de 90 a 100 toneladas al año por hectárea y el chile se vende entre 18 y 20 pesos por kilo por lo que lo hace un cultivo muy rentable, su periodo de cosecha es de aproximadamente 85 días a cielo abierto y 130 en invernadero desde el trasplante. La superficie cosechada en México en un año promedio es de alrededor de 450 hectáreas en total, con 5 mil toneladas de producción, cuyo valor puede ser superior a los 90 millones de pesos. El precio al productor en promedio, es de 17 mil pesos por tonelada, aunque en Quintana Roo se ha alcanzado un precio más alto pagado al productor de 22 mil pesos por tonelada.

Por todo lo anterior este cultivo se vislumbra como una oportunidad de negocio redituable para los agricultores, pues su demanda está en aumento y su precio es muy atractivo en el mercado. A continuación, se enlistan algunas cuestiones importantes en su producción para lograr el éxito.

2.3.- Características botánicas y taxonómicas del chile habanero variedad Jaguar

Características botánicas

Presenta plantas que crecen de 80 a 90 cm a cielo abierto y hasta 1.8 m de altura en sistemas de agricultura protegida (macrotúneles e invernadero) con tutoreo, tiene buena cobertura de follaje, debido a que a cielo abierto la amplitud de la copa de la planta fluctúa de 75 a 120 cm. Tiene hojas grandes, con una longitud de 6.5 a 10.5 cm, y de 3 a 4.2 cm de ancho. Posee de una a tres flores por nudo, las cuales pueden dar origen a la misma cantidad de frutos, característica típica de la especie *chinense*. Su floración inicia entre los 70 y 85 días después de la siembra, y su cosecha de 115 a 120 días.

El chile habanero pertenece al género *Capsicum* cuyo significado se deriva del griego: *Kapso* (picar) y *Kapsakes* (cápsula). (Nuez *et al.*, 2003). Según (Izco, 2004) se clasifica de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de chile habanero.

Reino:	<i>Vegetal</i>
Subreino:	<i>Embriophyta</i>
División:	<i>Angiospermae</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Ranunculidae</i>
Orden:	<i>Solanales</i>
Familia:	<i>Solanáceae</i>
Género:	<i>Capsicum</i>
Especie:	<i>Chinense</i>
Nombre Común:	<i>Chile Habanero</i>
Nombre Científico:	<i>Capsicum Chinense</i> Jacq.

2.4.- Requerimientos edáficos

El suelo donde generalmente se cultiva el chile habanero se caracteriza por tener textura franco limosa, densidad aparente baja, porosidad alta que facilita la aireación y drenaje, pH de neutro a medianamente alcalino, muy ligeramente salino, con contenido alto de Materia Orgánica, elevada Capacidad de Intercambio Catiónico, concentraciones altas de N, P, K y Ca, contenidos de medio a alto de Mg, niveles adecuados de Cu y Mn, pero deficientes en Fe y Zn (Borges *et al.*, 2014).

La mayor superficie de chile habanero se cultiva en suelo, sin embargo, cuando se tienen problemas físicos en el suelo como alta pedregosidad, suelos muy someros o mal drenaje; se puede recurrir a la producción en sustrato. También puede ser que el problema del suelo sea de tipo fitosanitario, como nematodos, razas muy patogénicas de *Fusarium* u otros hongos del suelo difíciles de erradicar. La producción en sustrato ofrece algunas bondades como un manejo más puntual de la nutrición vegetal. Por otro lado, las desventajas que podemos citar usando sustrato son: un mayor costo de inversión, el riego es más crítico, mayor capacitación del personal y mayor gasto de agua y fertilizantes (Enríquez, 2012)

2.5.- Variedades de chile habanero

El chile habanero es el único cultivar de la especie *Capsicum chinense* Jacq., sin embargo, existen diversos tipos de chile habanero, los cuales se diferencian por el color del fruto cuando madura. Los frutos varían en color: amarillo, naranja, rosado, rojo, marrón y café. Para el consumo en fresco nacional es más adquirido el de color naranja, es el preferido por los consumidores para la industria se utiliza este mismo color y el amarillo. En el mercado extranjero existe preferencia por el fruto rojo y el de color café, conocido como cubano, por su buen tamaño y mayor pungencia (Tun, 2001).

Las variedades más conocidas de chile habanero a nivel mundial son West Indian Red, Caribbean Red y Orange Habanero, las principales características de su fruto son:

Orange Habanero: Es el de mayor popularidad, es menor en tamaño que West Indiar red, con superficie lisa, más alargado que Caribbean Red, color con maduración anaranjada intenso.

West Indian Red: Superficie irregular (ondulaciones), algunos frutos asemejan la forma de un gorro escocés y cuando madura tiene un color rojo brillante.

Caribbean Red: Relativamente menor en tamaño, con superficie más lisa, con forma semi-alargada color verde con maduración carmesí-rojo.

Existen otras variedades comerciales en México como, por ejemplo: Kukulcán, Chichen Itzá y Jaguar. Estas tres variedades de chile habanero validadas presentan un buen desarrollo vegetativo y calidad de fruto; siendo el porcentaje de primera calidad de 88.81% para Jaguar, seguida de Kukulcán con 78.44% y Chichén Itzá con 75.23% (Ruiz *et al.*, 2011).

2.6.- Registro de la variedad Jaguar

Es propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y se encuentra inscrito en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con el número de registro definitivo Núm. CHL-008-101109 y título de obtentor Núm. 0664.

2.7.- Origen y desarrollo de la variedad Jaguar

El desarrollo de la variedad partió de la colección de chile habanero del Banco de Germoplasma de Chile del Campo Experimental Las Huastecas (CEHUAS)-INIFAP, la cual contiene materiales originarios de las zonas productoras de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Veracruz, colectados en la década de los 80's y principios de los 90's. En una primera fase se evaluó la colección y en base a su adaptación se inició el proceso de selección. El método genotécnico utilizado para la obtención de la variedad fue el de Pedigrí (Brim, 1966; Márquez, 1988), tomando como base de selección las características de planta y fruto, ciclo de producción y tolerancia a factores bióticos (mancha bacteriana, pudriciones de la raíz, enfermedades virales y minador de la hoja) y ambiente extremo. El material

seleccionado pasó a ensayos de rendimiento y calidad en las zonas productoras de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, hasta su validación comercial. En la etapa final del desarrollo de la variedad, se realizaron estudios de las características de calidad de fruto y vida de anaquel. Después de ocho ciclos de selección, sobresalieron las líneas avanzadas HQR-5, HVr-3, HYc-11, HSE 1-1 y HUX-19. De éstas, después del proceso de validación comercial destacó la línea HQR-5, la cual se decidió liberar como nueva variedad, misma que obtuvo su registro definitivo en 2009 en el CNVV.

2.8.- Características botánicas y hortícolas de la variedad jaguar

2.8.1.- Características botánicas

Presenta plantas que crecen de 80 a 90 cm a cielo abierto y hasta 1.8 m de altura en sistemas de agricultura protegida (macro túneles e invernadero) con tutoreo, tiene buena cobertura de follaje, debido a que a cielo abierto la amplitud de la copa de la planta fluctúa de 75 a 120 cm. Tiene hojas grandes, con una longitud de 6.5 a 10.5 cm, y de 3 a 4.2 cm de ancho.

Cuadro 2. Características botánicas y hortícolas de la variedad Jaguar de Chile habanero.

Características botánicas	Valor de referencia	Características hortícolas	Valor de referencia
Altura de planta (cm)	80 a 90	Color de fruto en verde	Verde esmeralda
Altitud de follaje (cm)	75 a 120	Color de fruto maduro	Anaranjado brillante
Longitud de hoja (cm)	6.5 a 10.5	Núm. De lóculos	3.1
Ancho de la hoja	3 a 4.2	Grosor de pericarpio (cm)	0.24
Pubescencia del follaje	Sin pubescencia	Llenado de placenta (%)	47.9
Ramificación	Basal escalonada	Firmeza de fruto (N cm ⁻²)	58.3
Número de ramas primarias	5 a 7	Longitud de fruto (cm)	3.8 a 5.5
Número de flores por nudo	1 a 3	Diámetro de fruto (cm)	2.5 a 3
Días a inicio de floración	70 a 85	Relación largo-ancho	1.6
Días a primera cosecha	115 a 120	Peso promedio de fruto (g)	6.5 a 10

Las características de la planta y el fruto de la variedad obtenidas en campo (Trujillo-Aguirre. y Pérez-Llanes, 2004) se anotan en los Cuadros 2 y 4

Cuadro 3. Características de la planta de chile habanero naranja.

Ciclo de vida	Anual
Hábito de crecimiento	Erecta
Forma de la hoja	Lanceolada
Altura media	67.4
Día de floración	70
Rendimiento/planta	898.5 g
Número de frutos por planta	132.4
Días a la fructificación	103

Cuadro 4. Características del fruto del chile habanero naranja.

Color del Fruto en Estado Intermedio	Verde
Color del Fruto en Estado Maduro	Naranja
Forma del Fruto	Acampanado
Ancho del Fruto	2.83 cm
Largo del Fruto	4.9 cm
Peso del Fruto	8.4 g.
Número de Lóbulos	3
Número de Semillas por Fruto	20-50
Diámetro de la Semilla	3.5 mm

2.7.- Requerimiento hídrico

El agua es fundamental para los organismos vivos y esencial para la producción agrícola (Zamudio *et al.*, 2014). En las plantas el agua constituye típicamente de 80 a 95 % de la masa de los tejidos en crecimiento, donde desempeña funciones esenciales, la baja disponibilidad de agua en el suelo provoca el estrés abiótico de mayor incidencia en el crecimiento vegetal que en los sistemas agrícolas representa en pérdidas económicas, es importante entonces estimar los requerimientos hídricos de los cultivos para mejorar su potencial productivo y uso de agua (Quintal *et al.*, 2012).

Los métodos modernos de irrigación como el riego por goteo, son herramientas importantes para incrementar la eficiencia uso del agua, especialmente en regiones áridas donde es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El uso de tales métodos de riego y acolchado plástico, reduce aún más la evaporación directa del suelo y mejora el microambiente alrededor de las raíces del cultivo, lo que promueve un mejor desarrollo de la fertilización (Izunza *et al.*, 2007). De esta forma surge la necesidad de la programación del riego eficiente para mejorar la productividad, especialmente en el cultivo de chile (Akinbile y Suffian, 2011).

El chile habanero demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 mm por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto (Tun, 2001).

2.8.- Fertilización

Uno de los problemas importantes en la producción del cultivo, es la pérdida de flor y fruto de la planta ocasionada por factores climáticos, nutricionales, fitosanitarios, la nutrición vegetal en el crecimiento de las plantas está determinada por absorciones de sustancias minerales, hidratos de carbono y hormonas (Graillet *et al.*, 2014). Los nutrientes utilizados normalmente en el cultivo de chile son nitrógeno y fósforo, un análisis de suelo puede determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y micronutrientes requeridos (Bosland y Walker, 2014).

La demanda nutrimental es uno de los tres factores que permite precisar la dosis de fertilización de cultivos. La falta de este valor puede conducir a un exceso o un déficit de la fertilización; la primera situación implica un efecto negativo sobre el medio ambiente mientras que el segundo no le permite al cultivo expresar su potencial productivo (Nieves *et al.*, 2015).

La absorción de nutrimentos permite establecer las bases de la fertilización de los cultivos, de esta manera la fertilización puede ser ajustada al ciclo del cultivo y por consecuencia, optimizar la cantidad de fertilizante a utilizar; evitar el deterioro del suelo y disminuir el impacto de la fertilización en el ambiente. Las curvas de acumulación de NPK sugieren que la fertilización de 130-120-160 de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, debe aumentarse en 63% para N, reducirse a la mitad el P₂O₅ y mantener la dosis de K₂O (Noh *et al.*, 2010). El uso y manejo de fertilizantes es, por lo tanto, de vital importancia para mantener el crecimiento y alto rendimiento en el cultivo de chile habanero (Chin, 2012).

La fertilización deberá ser aplicada preferentemente durante todo el ciclo de riego por goteo, y hacer los ajustes por predio, con base en el análisis de la fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo, y con apoyo de análisis foliares durante el ciclo de desarrollo de la planta, debido a la naturaleza alcalina del suelo en que se produce el chile, es recomendable utilizar fuentes de fertilización ácida o bien aplicar acidificantes del agua de riego como el ácido sulfúrico, ácido fosfórico y/o ácido nítrico, para favorecer la disponibilidad de nutrimentos en la solución del suelo (Ramírez *et al.*, 2012).

2.9.- Invernadero

Desarrollar cultivos bajo condiciones de invernaderos significa la obtención de cosecha fuera de la época normal de producción, con muy altos rendimientos (hasta un 300% más que en cultivos desarrollados a la intemperie) y excelente calidad, como resultado de la protección que se ejerce contra ciertos agentes climáticos (sequía, heladas, viento, granizo, lluvia, radiación excesiva, entre otros) que afectan los rendimientos y la calidad de los productos (Henao, 2001)

La Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos (AMCI, 2010), define a los invernaderos como “una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales.”

Los invernaderos tienen la función de controlar el clima, deben obtenerse en él, la temperatura, humedad relativa y ventilación apropiadas que permitan alcanzar alta productividad, a bajo costo, en menos tiempo, sin daño ambiental, protegiéndose de las lluvias, el granizo, las heladas, los insectos o los excesos de viento que pudieran perjudicar un cultivo (Henao, 2001).

El cultivar en invernadero representa las siguientes ventajas:

- Precocidad en los frutos.
- Aumento de la calidad y del rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejora del control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

- Programación de cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.

Ahorro de agua (se puede llegar a recuperar de 60 a 80 del agua aplicada que se evapotranspira).

Mas sin embargo el obtener grandes beneficios a mediano y largo plazo requiere de cierta inversión inicial o de que el productor cuente con capital ya sea propio o a través del apoyo del gobierno. Por lo tanto, al invertir en la construcción de un invernadero tiene los siguientes inconvenientes:

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Localización de las áreas de estudio

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Campo Experimental Saltillo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se encuentra geográficamente en las coordenadas 101° 01' 59'' longitud oeste y 25° 20' 41'' latitud norte, a una altitud de 1812 msnm (Google Eart, 2019), con un clima seco BsoKW (e), con un verano cálido, presencia de lluvias y temperaturas extremosas (García, 1986)

3.2.- Material genético

Para el presente trabajo de investigación se hicieron uso de dos genotipos de chiles habaneros de una coloración anaranjada y un testigo Jaguar, todos ellos generados en el Campo Experimental de las Huastecas, en Altamira, Tamaulipas. En el cuadro (4) se presentan la relación de los genotipos de chiles que se utilizaron para la evaluación agronómica y rendimiento en condición de agricultura protegida.

Cuadro 5. Genotipos de chile habanero naranja utilizados para la evaluación agronómica.

Genotipo	Descripción	Genealogía
1	Chile habanero naranja	HN-5
2	Chile habanero naranja	Jaguar
3	Chile habanero naranja	HN-7

Los genotipos han sido formados y seleccionados a través de varios ciclos de producción y selección en el Programa de Mejoramiento Genético de Chile del INIFAP. Los genotipos son líneas que se encuentran con un porcentaje de endogamia de 99%, con lo cual se consideran homocigotas para varios caracteres.

3.3.- Producción de plántula

La siembra de la semilla de chile habanero de los diferentes genotipos se llevó a cabo el 23 de febrero de 2018 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss, dando un riego al momento exacto de la siembra y se colocaron dentro del invernadero para la germinación y emergencia de las plántulas. La siembra fue de 50 semillas por cada genotipo, las cuales fueron sometidas a una inmersión en Ácido Giberélico (AG₃) a una concentración de 75 ppm durante 18 horas. Después del tratamiento fueron sembradas en las charolas de unicel de 200 cavidades y sustrato peat moss.

3.3.1.- Trasplante en condiciones de invernadero

El trasplante se llevó a cabo el día cuatro de abril de 2018, el lote experimental constó de tres repeticiones de nueve plantas por genotipo, las plantas se colocaron en bolsas negras de 3 kg, con mezclas de tierra-peat moss con una relación 3:1. La distancia entre planta y planta fue de 50 cm y 50 cm entre hileras. A partir del trasplante se manejó el cultivo con los riegos correspondientes, así como, fertilización, podas, deshierbe y por supuesto la aplicación de productos químicos para disminuir y prevenir la incidencia de plagas y enfermedades.

3.3.2.- Riego

Se realizó por el sistema de riego por goteo, proporcionando dos riegos diarios, uno por la mañana y otro por la tarde, el tiempo de riego fue de diez minutos, en la etapa vegetativa del cultivo, estimándose un gasto de agua 700.3 ml d⁻¹ por planta; cuando el cultivo entró en etapa de floración se aumentó un riego a medio día, quedando tres riegos por día hasta terminar el ciclo productivo.

3.3.3.- Tutorado

Se realizó 40 días después del trasplante, es una práctica importante en el manejo del cultivo ya que nos permite mantener la planta erguida, y así evitar que la planta se ladee en etapa de fructificación, obteniendo a la vez un mejor manejo del cultivo, control de enfermedades, etc.

El tutorado se realizó con rafia de color blanco, tendiendo una línea de extremo a extremo de los surcos formados, sosteniendo la planta de ambos lados y tensando cada una de ellas para que la planta se mantuviera erguida. Se instalaron dos líneas de tutorado.

3.4.- Solución nutritiva

Se han publicado muchas fórmulas para diferentes cultivos acerca de la composición y concentración de las soluciones nutritivas empleadas en la hidroponía por diversos investigadores; sin embargo, hay que considerar que la composición específica más adecuada depende de las condiciones climáticas, en particular de la temperatura y de la luz y sobre todo de la calidad del agua que se utilice. Se deben también de tomar en cuenta las necesidades nutrimentales de la planta a la que se va a aplicar, así como la edad o etapa fenológica de la misma y el sistema con el cual se lleve a cabo el cultivo; es decir, si se trata de un sistema cerrado en el cual hay recirculación de la solución nutritiva o si se trata de un sistema abierto en el cual no hay recirculación de la solución. Todos estos factores hacen difícil dar reglas generales para la preparación de la solución nutritiva (Gómez, 2003).

Cuadro 6. Formulación de soluciones madre de macronutrientes para el fertirriego para la producción de chiles habaneros bajo condiciones de agricultura protegida en el CESAL INIFAP, 2018.

Solución A (macronutrientes)	Cantidad (g)
MAP(Fosfato Monoamónico)	340
Nitrato de Ca	2080
Nitrato de K	1100

Nota: agregar 6 litros de agua en cubeta de 10 litros, disolver cada uno de los fertilizantes en orden, aforar hasta 10 litros de agua.

Cuadro 7. Formulación de soluciones madre de micronutrientes para el fertirriego para la producción de chiles habaneros bajo condiciones de agricultura protegida en el CESAL INIFAP, 2018.

Solución B (micronutrientes)	Cantidad (g)
Sulfato de Mg	492
Sulfato de Cu	0.48
Sulfato de Mn	2.48
Sulfato de Zn	1.20
Bórax B	6.20
Sulfato de Fe	50

Nota: agregar 2 litros de agua y disolver cada uno de los fertilizantes en el orden dado, aforar con agua hasta obtener los 4 litros.

3.4.1.- Control de plagas y enfermedades

Como bien sabemos las plagas y enfermedades son factores que influyen considerablemente en la producción de hortalizas, debido a ello se debe de manejar un manejo integrado de plagas y enfermedades para controlar estos factores, más aún cuando no se tiene un sistema de producción protegida (invernaderos). Las plagas y las enfermedades tienen un impacto alto en la calidad y rendimiento de los frutos.

Para el control de plagas y enfermedades constantemente se estuvo realizando monitoreo en todo el invernadero para poder tener un control. De manera preventiva se hicieron aplicaciones de Confidor (ingrediente activo Imidacloprid) a toda la nave, aplicaciones antes del trasplante y control de algunas plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

3.4.2.- Principales plagas

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Esta plaga se presentó en la etapa de floración y fructificación, para su control se hicieron dos aplicaciones de insecticidas confidor (imidacloprid) y abamectina (abamectina) a una dosis de 1 ml por litro agua, a la solución se le agregó un adherente (pegodel). Las aplicaciones se realizaron entrando la noche, ya que es momento donde el insecto tiene menos movilidad, para la aplicación se ocupó una mochila aspersora de 20 litros.

Caracol común (*Helix*)

Esta plaga ocasional se presentó en un periodo de lluvias constantes donde la humedad y la temperatura incrementaron, su control fue de manera manual, levantando los caracoles que estaban en toda la nave.

Cuadro 8. Relación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades y favorecer el enraizamiento durante el desarrollo del cultivo.

Producto	Dosis	Plaga a controlar
Enraizador (magic root)	1g/L de agua	Crecimiento radicular
Confidor	2 ml/L de agua	Mosquita blanca
Ridomil	1ml/L de agua	Fungicida

3.5.- Variables evaluadas

El crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo, se determinaron semanalmente de trasplante a cosecha las siguientes variables: altura de planta, clorofila en unidades SPAD, rendimiento por genotipo, diámetro polar del fruto y diámetro ecuatorial, número de frutos por planta y peso promedio de fruto, se tomaron tres frutos por cada repetición, una vez que los datos se recabaron fueron capturados en el programa Excel para posteriormente ser analizados.



Figura 1. Desarrollo del cultivo de chile habanero naranja en el invernadero del CESAL INIFAP Saltillo.

3.5.1.- Altura de planta

Se inició a los 20 días después del trasplante y se continuó semanalmente, fue con una cinta métrica graduada en cm, desde la corona de la raíz hasta el ápice de la última hoja del tallo principal de la planta, a cada una de las nueve plantas por repetición.



Figura 2. Determinación de altura de planta en el invernadero del Campo Experimental del INIFAP, Saltillo.

1.5.2.- Clorofila (SPAD)

La medición se realizó a los 20 días después del trasplante, las mediciones se realizaron semanalmente con un Medidor Spad Minolta 560, tomando datos de las 9 plantas por repetición, en la parte intermedia de cada planta.



Figura 3. Medición de clorofila con un Spad Minolta 560 en unidades SPAD

3.5.3.- Diámetro polar de fruto

Por cada genotipo y repetición de la unidad experimental, se seleccionaron 3 frutos de un tamaño promedio, y para su determinación se utilizó un Calibrador vernier Starrett, se midió en la parte media el diámetro polar del fruto en cm.



Figura 4. Medición del diámetro polar del fruto, utilizando un Calibrador vernier Starrett, en las oficinas del Campo Experimental del INIFAP Saltillo.

3.5.4.- Diámetro ecuatorial de fruto

Por cada genotipo y repetición de la unidad experimental, se tomaron tres frutos de tamaño promedio, para la medición se utilizó un Calibrador vernier Starrett graduado en cm, y se realizó la medición en la parte del fruto.



Figura 5. Medición del diámetro ecuatorial del fruto, Utilizando un Calibrador vernier Starrett, en las oficinas del Campo Experimental del INIFAP Saltillo.

3.5.5.-Rendimiento de tratamientos (kg/27 plantas)

El rendimiento resultó de sumar la cosecha de los doce cortes realizados en cada repetición y de cada genotipo, para ello se utilizó una balanza digital modelo EQ-10/20.



Figura 6. Frutos totales en corte semanal del chile habanero en el invernadero del Campo Experimental INIFAP de Saltillo.

3.5.6.- Número de frutos

Esta variable se obtuvo al contar el número de frutos por cada repetición, posteriormente se sumó la cantidad de frutos obtenida de las tres repeticiones y se obtuvo el promedio de cada tratamiento. Se realizó en cada cosecha semanalmente.



Figura 7. Conteo de Frutos totales en corte semanal del chile habanero en el invernadero del Campo Experimental INIFAP de Saltillo.

3.5.6.- Peso promedio de fruto

Esta variable se obtuvo, pesando en una balanza analítica un fruto representativo de cada repetición y por división entre el número de frutos se encontró el promedio.



Figura 8. Peso del fruto de chile habanero con una balanza digital modelo EQ-10/20, En las oficinas del campo experimental de INIFAP Saltillo.

3.6.- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar. Los tratamientos en este caso estuvieron conformados por los tres genotipos probados, cada genotipo por tres repeticiones de nueve plantas cada una, siendo estas la unidad experimental. el arreglo en invernadero estuvo constituido por tres surcos a una distancia de 0.50 m y 0.50 m entre planta y planta, con una longitud de 12 m dando una superficie total de 48 m², en esta superficie se tuvieron 81 plantas en total. La cosecha se efectuó en forma manual, cuando los frutos presentaron una coloración naranja brillante, características consideradas como óptimas.

Para las variables evaluadas se tomaron tres repeticiones por tratamiento, con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} =Valor observado del j -ésimo tratamiento en el i -ésimo bloque

μ =Valor observado del j -ésimo tratamiento en el i -ésimo bloque

T_i = Efecto del ji -ésimo genotipo

B_j = efecto del i -ésimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental $i= 1,2,3$.

3.7.- Análisis estadístico

Se utilizó el sistema de análisis estadístico (SAS 9.0) para el análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de (Tukey ≤ 0.05) para todas las variables evaluadas. El modelo con el que se estimó fue por el modelo lineal general (GLM)

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las Análisis de varianza (Cuadro 6) para la variable diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), peso promedio del fruto (PPF), clorofila (CL), altura de planta (AP), número de frutos por planta (NFP) y rendimiento (REND) las cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas en producción de chile habanero anaranjado bajo agricultura protegida en el Campo Experimental INIFAP-CESAL, durante el ciclo P-V 2018.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>AP</i>	<i>CL</i>	<i>DP</i>	<i>DE</i>	<i>REND</i>	<i>NFP</i>	<i>PPF</i>
TRAT	2	142.9^{NS}	3.14^{NS}	4.51^{NS}	0.77^{NS}	6.62^{NS}	79979.6^{NS}	0.319^{NS}
BLOQ	2	273.61^{NS}	5.40^{NS}	5.00^{NS}	1.36^{NS}	12.07^{NS}	124257.4^{NS}	0.53^{NS}
E.E.	4	4.20	1.09	0.813	0.08	0.56	11482.7	0.12
C.V.%		3.29	1.82	2.51	1.22	5.31	3.87	6.89
MEDIA		62.28	57.14	35.89	23.59	14.12	2762.7	5.08

NS=Diferencias no significativas; *=Diferencias significativas ($P \leq 0.05$); **=Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$); FV= Fuentes de variación; GL= Grados de libertad; AP= Altura de planta; CL= Clorofila; DP= Diámetro polar; DE= Diámetro ecuatorial; REND= Rendimiento; NFP= Numero de fruto por planta; PPF= Peso promedio de fruto, TRAT= Tratamientos, EE= Error experimental; CV= Coeficiente de variación; NS=Diferencias no significativas.

4.1.- Altura de planta

El análisis de varianza no mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tres genotipos en la variable de altura de planta, pero cabe mencionar que numéricamente el tratamiento 1 (HN-5) tuvo una mayor altura con 64.33 cm, seguido del Jaguar con 62.2 cm y el tratamiento 3 (HN-7) estuvo a una altura media de 60.28 cm que fue el más bajo.

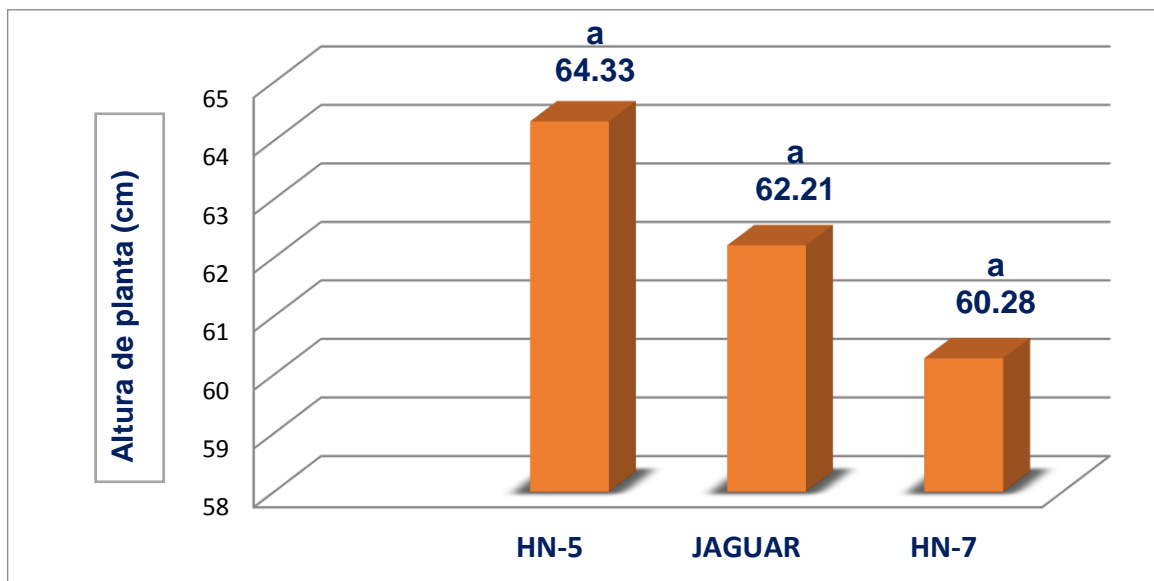


Figura 9. Comparación de medias para la variable altura de planta de los tres genotipos de chile habanero anaranjado, bajo condiciones de invernadero en el ciclo P-V 2018 en Saltillo, Coahuila.

4.2.- Clorofila

Los resultados de análisis de varianza para esta variable, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, las plantas que corresponden a las líneas HN-5 y HN-7, son las que presentaron los picos más altos de las unidades SPAD, y la variedad comercial Jaguar fue el que no presenta ningún pico de aumento en las unidades, los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerda con el trabajo realizado por Loera, (2017) donde menciona que el genotipo HN-5 mostró variaciones en la intensidad de color verde de la hoja que fueron de Media a fuerte. El genotipo Jaguar tuvo intensidad media de color verde de la hoja, mientras que el resto de los genotipos tuvieron una intensidad fuerte de color, entre ellos se encuentra el genotipo HN-7.

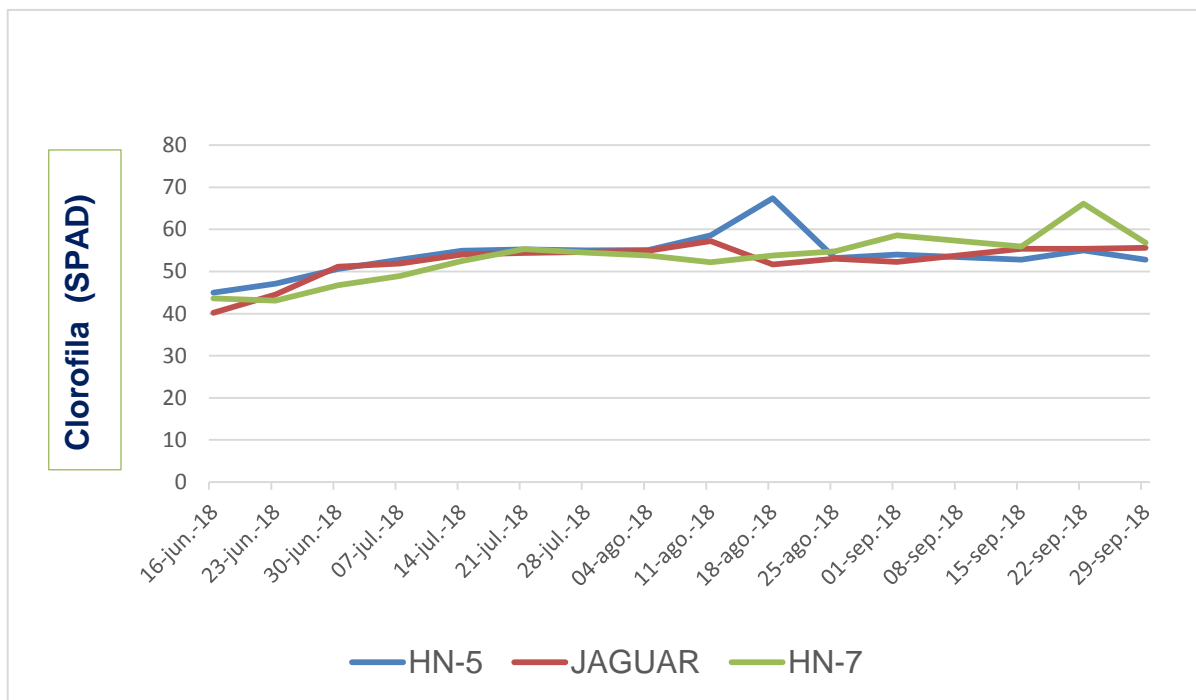


Figura 10. Dispersión de la clorofila en el cultivo de chile habanero naranja bajo condiciones de invernadero en el ciclo P-V 2018 en el INIFAP CESAL.

Con respecto a la comparación de medias de la variable de clorofila (unidades SPAD), no se encontró significancia estadística entre los tres genotipos evaluados, no obstante, numéricamente destaca como primer lugar el tratamiento 1 (HN-5) con un valor de 57.6 unidades SPAD y quien defirió en el promedio fue el tratamiento 3 (HN-7) con valor de 56.5 unidades SPAD.

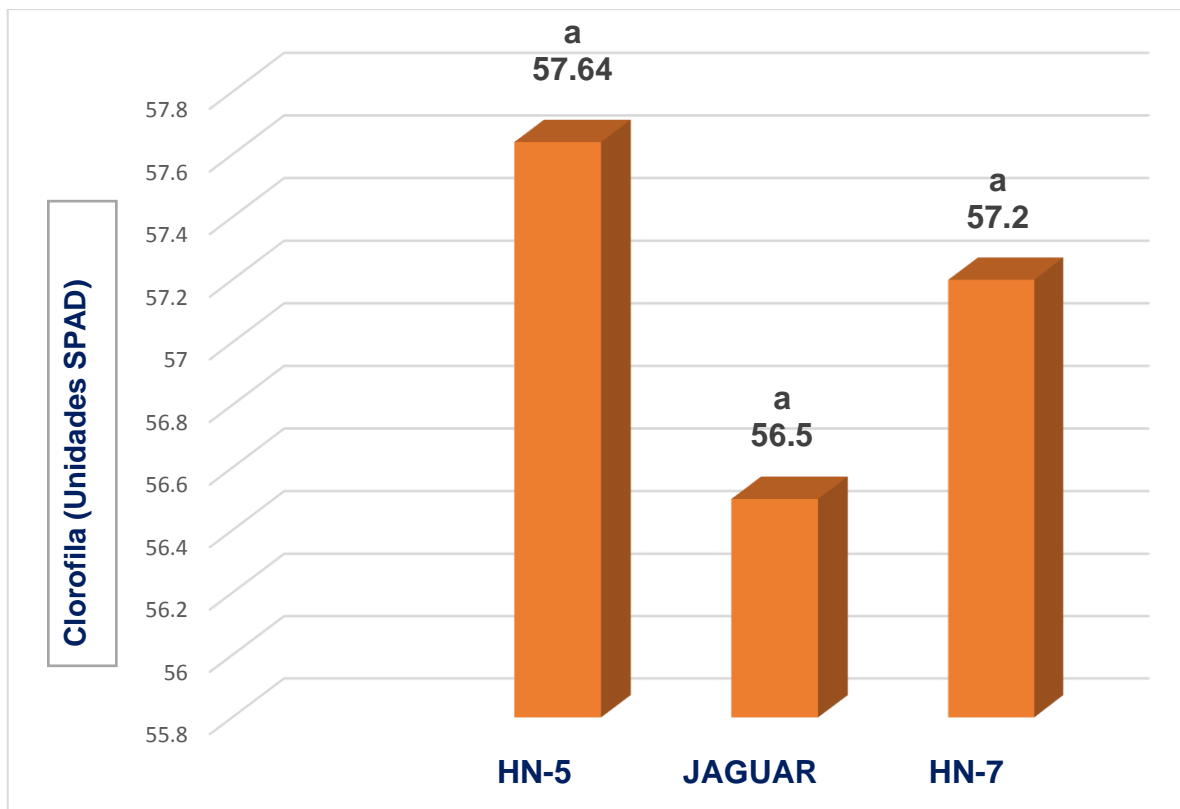


Figura 11. Comparación de medias de la variable clorofila (unidades SPAD) en los tres genotipos de chile habanero evaluados bajo condiciones de Invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.

4.3.- Diámetro polar de fruto

En la figura 12, la variable de diámetro polar de fruto, nos indica que el tratamiento sobresaliente es el 2 (Jaguar) quien registró 37 mm en diámetro polar del fruto, siendo este el valor más alto que los demás genotipos, en el segundo grupo que fue el que registró un promedio menor fue el tratamiento 3 (HN-7) con un valor de 34.69 mm de longitud de fruto. Al respecto, Ramírez *et al.*, (2015) menciona que el diámetro polar del fruto de chile habanero naranja variedad Jaguar es de 3.8 a 5.5 cm, los cuales reúnen las características específicas en la Norma Mexicana para Chiles Frescos. El resultado en el presente trabajo fue muy similar a lo registrado por Ramírez, teniendo en cuenta la abismal diferencia de zona de producción y climas muy diferentes (temperatura, humedad relativa, altura sobre el nivel del mar, etc.)

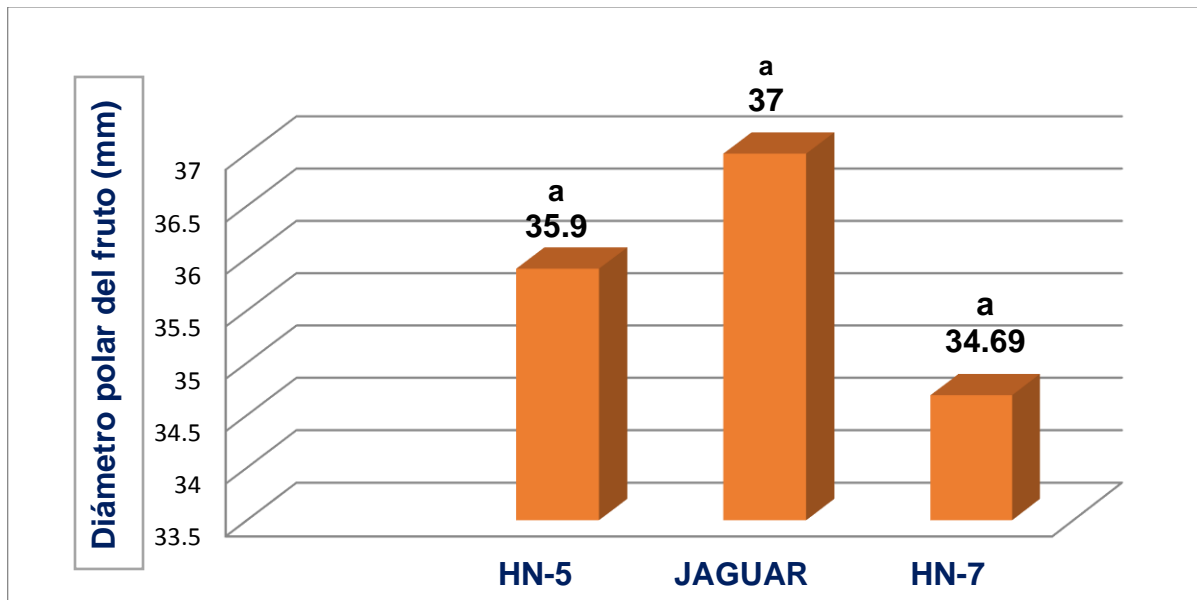


Figura 12. Comparación de medias para la variable de diámetro polar del chile habanero bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.

4.4.- Diámetro ecuatorial de fruto

Para la variable de diámetro ecuatorial de fruto, estadísticamente no hubo diferencias significativas, pero numéricamente en las medias obtenidas, se registró que el tratamiento 2 (Jaguar) fue el más alto con un valor de 23.88 mm de ancho del fruto y los más bajos fueron el tratamiento 1 (HN-5) y 3 (HN-7) con un valor de 23.4 mm de ancho de fruto. Aunque, Ramírez (2018) menciona que las características hortícolas como el diámetro del fruto del chile habanero naranja variedad Jaguar tiene un diámetro de 2.5 a 3 cm. El diámetro varía acorde a las condiciones en las que se establece el cultivo. Y concuerda con los datos obtenidos en este presente trabajo de investigación ya que se obtuvo 2.3 cm de diámetro ecuatorial en fruto, muy similar a los datos que indicó Ramírez (2018), una diferencia mínima, ya que se obtuvieron en diferentes zonas de producción una en zona tropical y otra en una zona desértica.

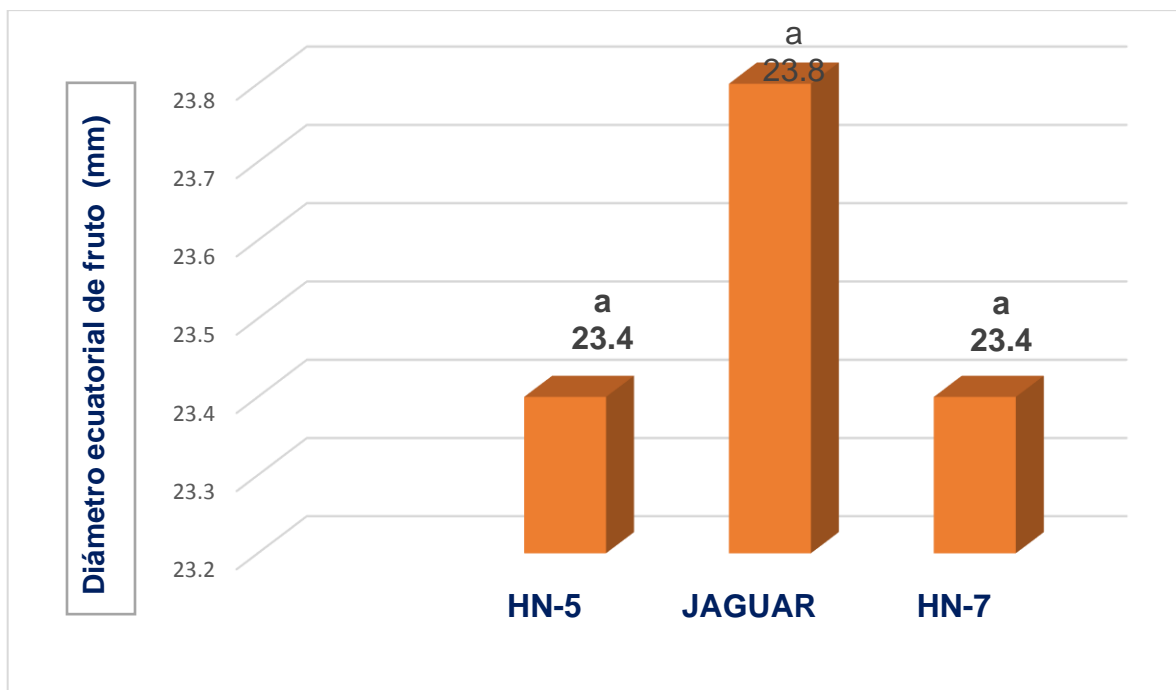


Figura 13. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial del chile habanero, bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.

4.5.- Rendimiento de tratamientos (kg/27 plantas)

Para la variable de rendimiento, en donde tampoco existen diferencias significativas entre genotipos de acuerdo con la prueba de medias de Tukey, no obstante, muestra diferencia numérica, y destaca en primer lugar el tratamiento 1 (HN-5) con un rendimiento de 14.79 kg/27 plantas, seguido del tratamiento 2 (Jaguar) con un rendimiento de 14.03 Kg/27 plantas de chile habanero y el que tuvo el más bajo rendimiento fue el tratamiento 3 (HN-7) con un rendimiento de 13.55 Kg/27 plantas de chile habanero, es decir, el HN-5 superó en 5.4% a la variedad Jaguar. Tomando en cuenta que los cortes se realizaron a partir del 25 de agosto al 15 de noviembre, en cual se realizaron 12 cortes. Si tomamos en cuenta una densidad de plantación de 20, 000 plantas por hectárea, el tratamiento 1 (HN-5) es el que presenta mayor rendimiento con 10,955 kg/ha. Los resultados obtenidos en este presente trabajo de investigación son muy similares a lo que reporta Loera, (2017) donde menciona que los genotipos fueron evaluados en rendimiento considerando las distancias entre planta e hileras a una densidad de 20,000 plantas por hectárea, donde solamente se consideraron 4 cosechas para su rendimiento (existiendo siete totales), el genotipo con mayor rendimiento en kg ha^{-1} fue el HN-5 con 10,127 kg.ha^{-1} .

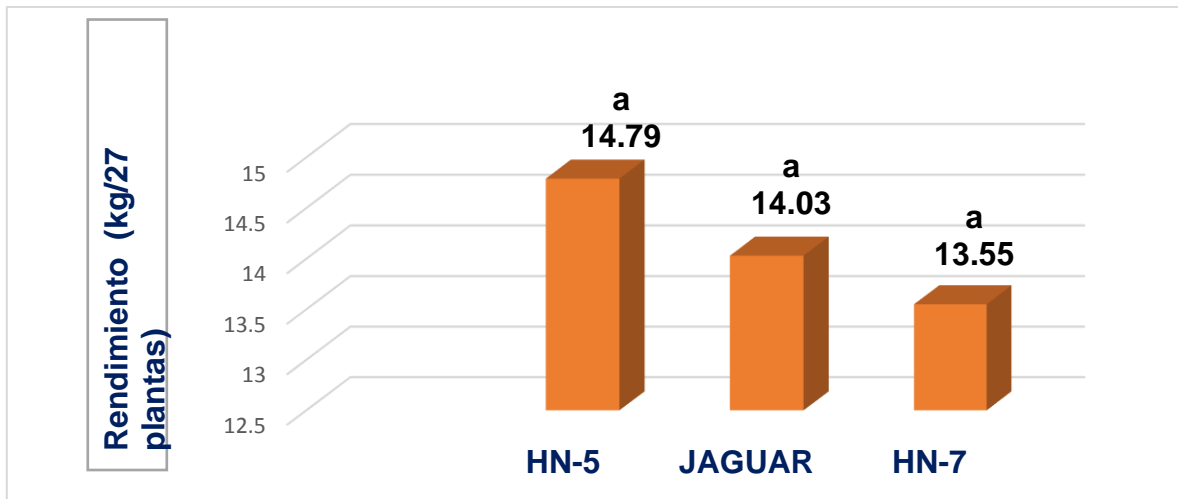


Figura 14. Comparación de medias para la variable de rendimiento (kilogramos en 27 plantas) de chile habanero bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.

4.6.- Número de frutos

El análisis de varianza para la variable, número de frutos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a la comparación de medias, fue el tratamiento número 1 el que tuvo mejor respuesta numérica con un total de 2,874 frutos cosechados en 27 plantas, le preside el tratamiento número 3 con 2,757 frutos y en último lugar el tratamiento número 2 con 2,656 frutos; la variedad HN-5 fue el tratamiento que superó un 4 % a la variedad HN-7 y un 8 % superior a la variedad Jaguar.

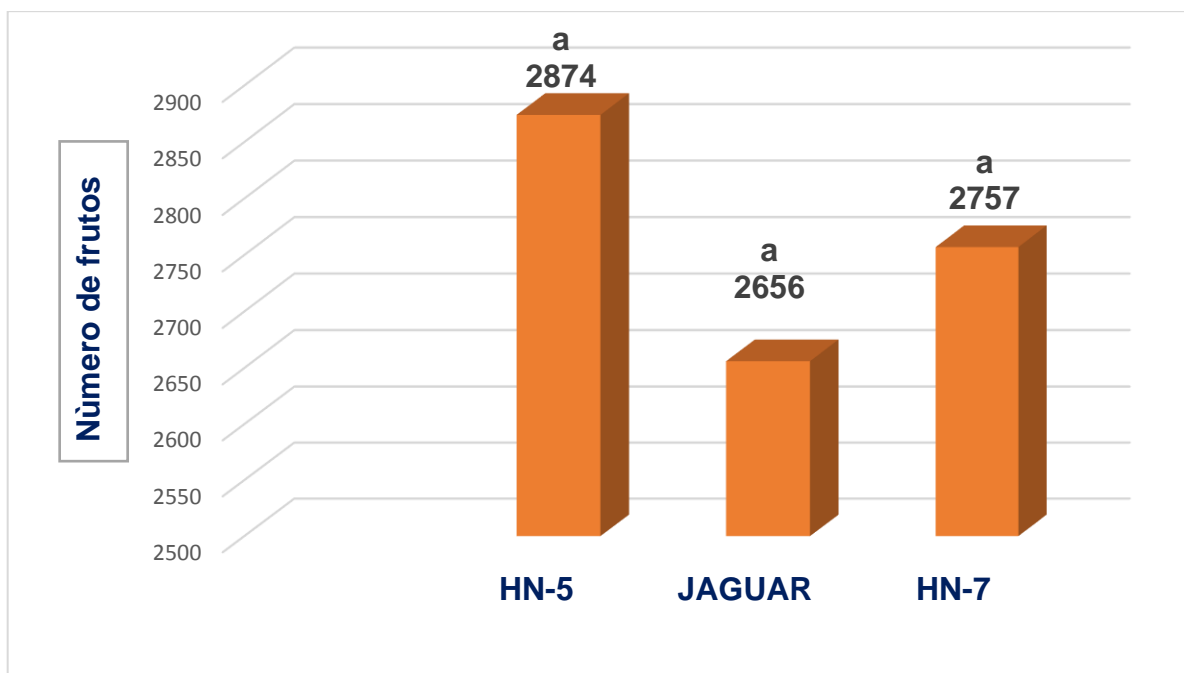


Figura 15. Comparación de medias para la variable de número de frutos (frutos cosechados en 27 plantas) del chile habanero naranja bajo condiciones de invernadero en Saltillo, Coahuila, 2018.

4.7.- Peso promedio de fruto

La comparación de medias indica que el tratamiento número 2, fue el que presentó una mejor respuesta numérica, aunque no estadística, alcanzando un peso promedio de fruto de 5.27 g. y el tratamiento que tuvo menor peso promedio de fruto fue el tratamiento número 3 con 4.9 g.

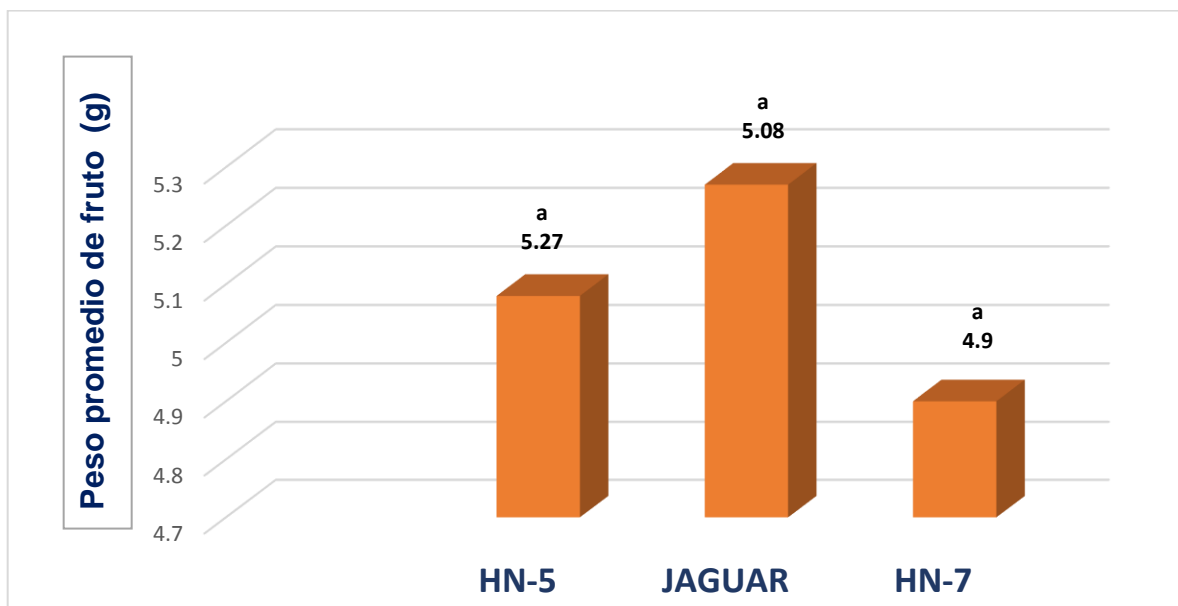


Figura 16. Comparación de medias para la variable evaluada peso promedio de fruto en chile habanero en producción de agricultura protegida en el campo experimental del INIFAP de Saltillo.

5.- CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico de los genotipos fue estadísticamente igual, aunque, porcentualmente el genotipo HN-5 podría representar una alternativa al cultivar Jaguar, que es una variedad ampliamente cultivada en México. El genotipo HN-5 podría tener potencial para su registro como variedad en el servicio nacional de inspección y certificación de semillas (SNICS).

6.- REFERENCIAS

- Akinbile, O. C. y Y. M. Suffian 2011. "Growth, Yield and Water Use Pattern of Chilli Pepper under Different Irrigation Scheduling and Management." Asian Journal of Agricultural Research: 1-10.
- Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos (AMCI) 2010. Norma Mexicana para el Diseño y Construcción de Invernaderos. México, 2010. Disponible en línea: <http://www.amci.org.mx/Descargar/Norma.pdf> (Consultado en febrero de 2011).
- Borges, G. L., Moo K. C., Ruíz, N. J., Osalde, B. M., González. V. C., Yam C. C., Can P. F. 2014. Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: características físicas y químicas predominantes. Agrociencia. 48: 348-356.
- Bosland, P. W. y S. Walker 2014. "Growing Chiles in New Mexico." NM STATE UNIVERSITY 1: 2-6.
- Carballo, B., M. A., F. Moguel, S., L. Brito, A., J. Cristóbal, A. y I. Islas, F., 2010. "A brief morphological description of a small internal fruit grown in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) main fruit." Revista Fitotecnia Mexicana 33: 281-285.
- Chin, A. Y. 2012. "Impact of Different Fertilization Methods on the Soil, Yield and Growth Performance of Black Pepper (*Piper nigrum* L.) " Malaysian Journal of Soil Science 16: 71-87.
- CONAPROCH. 2016. (Consejo Nacional de Productores de Chile). Plan rector comité nacional sistema producto chile 2016. 85 p.
- Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017. Disponible en línea: <https://www.gob.mx/firco/articulos/chile-habanero-con-denominacion-de-origen?idiom=es>. (Consultado el 15 de noviembre 2021)

- Graillet, J. E. M., H. J. A. Hernández, G. L. C. Alvarado y A. A. Retureta 2014. "Evaluación de cuatro reguladores de crecimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en Acayucan, Veracruz. México." *Biológico Agropecuario Tuxpan* 2: 748-755.
- Gómez, H. T., Sánchez del C. F. 2003. Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo. *Terra Latinoamericana*. 21(1): 57-63 <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321107.pdf>
- HENAO, Ferley. 2001. Cultivo en invernadero. Disponible en línea: <http://www.sappiens.com/>
- Izco, J. 2004. "Botánica." Mc. Graw Hill - Interamericana. México: Pag. 508.
- Izunza, I. M. A., M. S. F. Mendoza, V. E. A. Catalán, C. M. M. Villa, C. I. Sánchez y L. A. Román 2007. "Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico." *Revista Fitotecnia Mexicana* 30: 429- 436.
- J. J. G. Trujillo, A., L. C Pérez., 2004. Chile habanero *Capsicum chinense*. *Diversidad varietal*. 24-24.
- López, P. G., A. F. Canto y N. B. Santana 2009. "El reto biotecnológico del chile habanero." *Ciencia* 60: 30-35.
- Lugo, J., N., M. Carballo, B., E. Sauri, D., A. Centurión, Y. y E. Tamayo, C., 2010. "Efecto del sistema de cultivo sobre la calidad microbiológica del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Después de su cosecha." *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha, Instituto Tecnológico de Mérida, División de Estudios de Posgrado e Investigación* 11: 171-179.
- Macías, R., H., J. A. Muñoz, V., M. A. Velásquez, V., M. d. C. Potisek, T. y M. Villa, C., 2013. "Chile Habanero: Descripción de su cultivo en la península de Yucatán." *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* XII: 37-43.
- Nieves, G. F., S. G. Alejo, E. G. Luna, F. C. Lemus, L. P. Juárez y P. E. Salcedo 2015. "Extracción y Requerimiento de Fósforo en Chile Habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.) 'Big Brother' " *Interciencia* 40: 282-286.

Nuez, F., O. R. Gil y J. Costa 2003. "El cultivo de pimientos, Chiles y Ajíes." Mundi Prensa. España: 15.

Quintal, O. W. C., A. Pérez, G., M. L. Latournerie, C. May, L., S. E. Ruiz y C. A. J. Martínez 2012. "Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)." Rev. Fitotecnica 35: 155-160.

Ramírez, M. M., C. G. Arcos, V. H. Mata y G. E. Vázquez 2012. "Jaguar, variedad de chile habanero para México." SAGARPA, INIFAP, CIRN 1: 26.

Revista mexicana de Ciencias Agrícolas. 9 (2) 15 de febrero - 31 de marzo, 2018 487
Descripción de cultivar Jaguar: cultivar de chile habanero para México.

SIAP-SAGARPA 2012. "Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación." México. Consultado el 27 de mayo de 2016 en: www.siap.sagarpa.

SIAP-SAGARPA 2015." Márgenes de comercialización del chile habanero" México. Disponible en línea en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/71194/MC_ChileHabanero_Abril2015.pdf (Consultado el 14 septiembre de 2020).

Soria, F. M. F., S. J. M. Tun, R. J. A. Trejo y S. R. Terán 2002. "Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense*, Jacq)." Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, Conkal, Yucatán 1: 7-72.

Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 1, enero-marzo, 2003, pp. 57-63 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Se encuentra en línea

<https://www.redalyc.org/pdf/573/57321107.pdf>

Trujillo-Aguirre. y C. R. Pérez-Llanes 2004. "Chile Habanero *Capsicum chinense*. Diversidad Varietal." Centro de Investigación Regional del Sureste. Campo Uxmal. Mococho, Yucatán.

Tun, D. J. C. (2001). Chile Habanero Características y Tecnología de Producción

Zamudio, M., E., I. Echevarría, M., M. F. Medina, L., G. Calva, C., Miranda, H., M. L. y M. Martínez, E., 2014. "Role of peroxidases in capsaicinoids degradation in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.)