

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



Análisis de Sendero en Tomate de Cáscara

(*Physalis ixocarpa* Brot.)

Por:

LUIS ALBERTO MUNDO CANDELARIO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Análisis de Sendero en Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

TESIS DE LICENCIATURA

Presentada por:


Luis Alberto Mundo Candelario

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador

Como Requisito Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

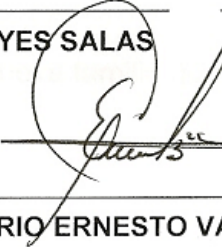
Aprobada por:


DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES
Presidente del Jurado


MC. ALBERTO SANDOVAL RANGEL
Sinodal


DR. VÍCTOR MANUEL REYES SALAS
Sinodal


ING. EDNA BACOPULOS TÉLLEZ
Sinodal


DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO
Coordinación
de la División de Agronomía

Mayo de 2009

Dedicatoria.

A Mi Padre:

Juan Mundo Míreles

Con todo respeto y admiración, el que siempre me ha brindado todo su cariño así como su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, gracias a sus consejos he podido salir a delante en todos los proyectos que me he propuesto y que siempre ha estado y estará ahí para apoyarme, por eso te doy las gracias, Papá te quiero.

A Mi Madre:

Silvia Candelario Gómez

Con todo cariño, respeto y admiración a ella que siempre ha estado conmigo y cada uno de mis hermanos, a esa madre que siempre pensando en sus hijos ha sabido sacarnos adelante, por su apoyo que siempre me ha brindado por eso y mil cosas mas, hoy le digo mil gracias te quiero mucho.

A Mi Esposa:

Rosa Valencia Benítez

Por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado por que ha estado a mi lado, por los momentos de felicidad y de tristeza que se han presentado y por todo el amor que siempre me has brindado te amo corazón.

A Mi Hijo:

Luis Alexis

Que aunque aun no se encuentra presente, ya es la felicidad de esta nueva familia que estamos formando te amo hijo.

A Mis Hermanos:

Mayra Alejandra, Ernesto, José Arturo, Eduardo, Juan Manuel y Sergio Mundo Candelario.

Por todo el apoyo y cariño que siempre me han brindado ya que desde el inicio de mis estudios siempre me han apoyado, y han estado conmigo por esos consejos que siempre me han brindado por eso hoy les digo los quiero mucho.

A Mis Sobrinos:

Octavio, Nely, Antonio, Yarely, Emmanuel, Guadalupe, Angélica, Esmeralda, Ángel.

A Mis Cuñadas (os)

Estela, Francisca, Luz, Ramón, Guadalupe, Irma.

Por eso y por mil cosas mas hoy le digo a toda mi familia mil gracias los quiero mucho.

L.A.M.C

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por haberme abierto las puertas y por la formación recibida para la culminación de mis estudios como agrónomo y por que soy y siempre seré buitre.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por ser la clave en la realización y culminación de este trabajo de investigación. Así como por la amistad que el me brindo.

Al Dr. Víctor Reyes Salas por el apoyo recibido en el transcurso de la carrera así como en la realización de mi trabajo de tesis y la amistad que el me brindo.

Al Dr. José Hernández Dávila por su asesoría y consejos recibidos en la culminación de esta tesis y por la amistad que me brindo.

Al Ing. Elyn Bacópulos Téllez por su amistad, además del apoyo que recibí para la culminación de mi tesis.

A todos los maestros del Departamento de Horticultura que fueron pieza clave en mi formación como agrónomo.

Al M.C Gerardo Sánchez Martínez por la amistad y apoyo que siempre me ha brindado.

A Mis amigos:

Hilda, Sofía, David, Pedro, Enrique, Gilberto, Castor, Emigdio Alfonso, Armando, Ramiro, Víctor, Genaro, Angélica, Magdalena y todos los demás compañeros de la carrera y de la Universidad.

A todos mil gracias.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Resumen	1
Introducción	3
Revisión de literatura	6
Origen	6
Taxonomía	6
Descripción botánica	7
Hábito de crecimiento	7
Raíz	8
Tallo	8
Hojas	8
Flor	8
Fruto	8
Semilla	9
Preparación del terreno	9
Métodos de siembra	9
Siembra directa	9
Trasplante	9
Labores de cultivo	10
Aclareo en siembra directa	10
Trasplante	10
Deshierbes	10
Riego	10
Fertilización	11
Floración	11
Polinización	11
Polinización natural	11
Polinización manual	11
Fructificación	11
Cosecha	12
Requerimientos climáticos	12
Temperatura	12
Humedad	12

	Pág.
Luz	12
Suelo	12
Análisis de sendero	13
Materiales y métodos	18
Localización del área de estudio	18
Características ambientales del área de estudio	18
Material genético utilizado	18
Descripción de tratamientos	18
Preparación del terreno	20
Trasplante	20
Riegos	20
Fertilización	20
Deshierbes	20
Control de plagas y enfermedades	21
Variables estudiadas	21
Numero promedio de frutos por planta	21
Peso promedio de frutos	22
Peso promedio de frutos por planta	22
Densidad de frutos	22
Grados brix	22
Diámetro polar de fruto	23
pH del fruto	23
Rendimiento promedio de frutos por corte	23
Resultados y discusión	24
Análisis de correlación	24
Análisis de sendero	26
Conclusión	29
Literatura citada	30

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Material genético utilizado en el trabajo de investigación en el ciclo de Verano del 2006 en Saltillo, Coahuila.	19
Cuadro 2. Fertilizantes, peso molecular, dosis y fecha de Aplicación en fertilización aplicada vía fertirriego al cultivo del (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	21
Cuadro 3. Fertilización foliar aplicada al cultivo del (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	22
Cuadro No. 4 Coeficientes de correlación entre pares de características en genotipos de tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila en el ciclo Primavera-Verano 2006.	25
Cuadro No. 5 Relación causa efecto entre variables agronómicas y redimiendo del cultivo del tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot) en Saltillo, Coahuila.	28

RESUMEN

En tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es originario de México es una de las hortalizas de mayor importancia en la dieta de los mexicanos, así como en la economía de México es una de las hortalizas con menor rendimiento medio con solo 11.35 ton/ha. En cuanto a las hortalizas México ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada (en 1998 se sembraron 41,753ha) siendo los estados de Puebla, Sinaloa, Michoacán, México, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo los principales estados productores. En México existe una gran variabilidad genética en tomate de cáscara actualmente se conocen ocho razas: silvestre, milpero, Arandas, tamazula, manzano, rendidora, salamanca, y puebla. Distribuidas en todo el país.

Los bajos rendimientos que se tienen en el cultivo son debido a los pocas investigaciones que se han realizado para generar tecnología para el mayor rendimiento así como el uso de genotipos de bajo mejoramiento genético, dado lo anterior y con el objeto de estudiar las variables que intervienen en el rendimiento se realizó el establecimiento de la investigación en el 2006 en el campo experimental de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en este se estudiaron cuarenta genotipos de amplia diversidad genética, los cuales fueron establecidos bajo diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Las variables a estudiar son: No de frutos cosechados (NFC), peso promedio de fruto (PPF), diámetro polar de fruto (DPF), diámetro ecuatorial de fruto (DEF), concentración de sólidos solubles en fruto (SSF), densidad de fruto (DDF), acidez del fruto (PH), y rendimiento total de fruto (RTF), se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas. En el análisis de correlación entre las variables estudiadas se presentó una asociación altamente significativa entre rendimiento y número de frutos cosechados ($p=0.8678$), peso medio del fruto ($p=0.7645$), diámetro polar ($p=0.6229$), diámetro ecuatorial ($p=0.6075$). sin embargo en el análisis de sendero el número de frutos cosechados tuvo más relación hacia el rendimiento (0.7644), el peso promedio del fruto manifestó también un efecto positivo en el rendimiento (0.5788), en base a los resultados es posible concluir que estas variables se

pueden utilizar como índice de selección para generar genotipos de altos rendimientos.

PALABRAS CLAVE. Mejoramiento Genético, Genotipos, Variables, análisis de correlación, análisis sendero

INTRODUCCION

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) también llamado tomate, tomate verde, tomate de hoja, tomate de fresadilla, tomate de bolsa y tomatillo- era conocido por los mayas y aztecas desde épocas prehispánicas. Siendo México su centro de origen y domesticación (Menzel, 1951; Peña y Márquez, 1990; Santiaguillo et al., 1994).

Tanto los tipos silvestres como los cultivados tienen una constitución cromosómica diploide $2n=24$ (Grimaldo, 1997), aunque algunas especies del género son poliploides (Menzel, 1951) y otras presentan cromosomas accesorios (Patil, 1967).

El tomate de cáscara ocupa el quinto lugar entre las hortalizas en México en cuanto a superficie cultivada (en 1998 se sembraron 41,753 ha), siendo Puebla, Sinaloa, Michoacán, México, Sonora, Guanajuato, Jalisco e Hidalgo los principales estados productores.

En el ciclo agrícola de Primavera - Verano (con 24,135 ha) los estados más importantes son: Jalisco, Puebla, México, Michoacán, Morelos e Hidalgo; en tanto que para Otoño – Invierno destacan: Sinaloa, Puebla, Sonora. Michoacán y México.

El Tomate verde ha cobrado gran importancia en México en las dos últimas décadas, ya que en los 70's sólo se cultivaban 11,286 ha en promedio por año y, a partir de los 90's se han cultivado más de 25,000, siendo notorio un repunte superior a 40,000 ha a partir de 1998 (SARH: 1983, 1993 y 1998).

Actualmente el tomate de cáscara tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 27 de los 32 los Estados de la República Mexicana y sólo

cuatro hortalizas se siembran en mayor superficie: papa (*Solanum tuberosum*), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annuum* L) y cebolla (*Allium cepa* L).

El incremento en la superficie cosechada se inició principalmente en la década de los setentas. Este se debió a un aumento significativo en el consumo per cápita a nivel nacional (actualmente 3.5 kg) así como a la exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, principalmente a partir de la década de los ochentas. La situación anterior ha motivado cambios significativos en la distribución del cultivo, ya que el Estado de Sinaloa, no era productor de tomate de cáscara hasta antes de los ochentas, y en 1993 fue el principal productor de este cultivo. El rendimiento promedio nacional de 11.49 ton/ha en 1993 es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que se estima en 40 ton (Peña y Santiaguillo 1999).

En México existe una gran variabilidad genética en tomate de cáscara. Actualmente se reconocen al menos ocho razas: Silvestre, Milpero, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Peña et al., 1992; Peña y Santiaguillo, 1999), distribuidas prácticamente en todo el país en altitudes que van desde los 8 hasta los 3 350 msnm (Santiaguillo et al., 1994), siendo las más importantes Rendidora, Salamanca y Tamazula (Peña y Márquez, 1990), aunque en los últimos años la raza Puebla ha cobrado gran importancia, debido principalmente a que sus frutos son grandes, siendo muy atractivos tanto para el mercado nacional como para la exportación.

La especie es auto incompatible (Pandey, 1957), siendo la selección masal, familiar de medios hermanos y combinada de medios hermanos los métodos geotécnicos de selección más apropiados para su mejoramiento (Peña y Márquez, 1990); sin embargo, la formación de híbridos mediante el uso de líneas dihaploides obtenidas por cultivo de anteras tiene un gran potencial (Peña, 1994). Su mejoramiento genético en México ha sido limitado, existiendo a la fecha sólo dos variedades mejoradas (Rendidora y

CHF14 Chapingo), aunque existen numerosas variedades nativas que los propios productores usan y conservan y otras que las compañías semilleras han incrementado y comercializado (Saray et al., 1978; Peña, 1998)

La problemática del cultivo del tomate de cáscara es compleja y la investigación que se realiza en esta especie es aún escasa; particularmente la relacionada con el conocimiento del germoplasma existente en el país, los métodos genotécnicos más apropiados para su fitomejoramiento y la obtención e incremento de variedades mejoradas.

Como ya se ha mencionado, el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo; aunado a lo anterior, en México la calidad del producto en cuanto a color, sabor, tamaño y contenido bromatológico, en general no es considerada por los productores y comerciantes como una característica importante, no obstante que existen variedades nativas sobresalientes en este aspecto.

Entre otras causas, el bajo rendimiento se debe a lo siguiente: uso de variedades de bajo potencial productivo; técnicas de producción ineficientes; problemas de comercialización derivados de sobreoferta del producto en algunas épocas del año; producción de semilla de baja calidad física, fisiológica, genética (pureza varietal) y fitosanitaria; y a un control ineficiente de plagas y enfermedades. Dada la situación de los bajos rendimientos del cultivo, en el presente trabajo se planteo como objetivos estudiar las relaciones que existen entre variables agronómicas y el rendimiento y comparar los resultados del análisis de correlación con el análisis de sendero.

II. REVISION DE LITERATURA

Origen

La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl “ayacachtomatl” cuyas etimologías corresponden a: ayacah (tli) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate. Así como su nombre genérico en el idioma maya hace suponer que es originaria de América y muy probablemente de México. Además, se tienen evidencias de que crece en forma silvestre en la Vertiente del Pacífico (Cantú, 1983), que va desde California en los Estados Unidos hasta Guatemala y Nicaragua (Cárdenas, 1981).

Dentro del género *Physalis*, se ha considerado que existen alrededor de 80 especies, confinadas en su gran mayoría a zonas templadas y tropicales de América, y muy pocas especies en Asia, India, Europa y África tropical (Menzel, 1951, citado por Peña, 1990). De estas, solo dos se cultivan; *Physalis ixocarpa* y *Physalis peruviana* (Waterfall, 1967, citado por Medina, 1996). En México se han reportado varias especies, aunque de éstas sólo *Physalis ixocarpa*, se cultiva comercialmente (García, 1976).

Taxonomía

El tomate de cáscara pertenece a la familia de las solanáceas, en donde se encuentran otras especies de importancia económica como lo son el jitomate, la papa, el tabaco, el chile, la berenjena y otras más (Benson, 1957).

El tomate de cáscara *Physalis ixocarpa*, Brot., fue descrito por primera vez por Linneo en 1753 (Saray y Loya, 1978) y en 1957 por Benson citado

por Cárdenas (1981), Mulato (1984) y Medina (1996), presentando la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal

Subreino: Plantae

División: Spermatophyta

Clase: Agiospermae

Subclase: Dicotyledonae

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Tribu: Solaneae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis ixocarpa*
(Brot.)

N. común: Tomate
verde o tomate de
cáscara o tomatillo.

Descripción Botánica

La especie *Physalis ixocarpa* Brot es una planta herbácea anual de 40 a 90, y hasta 120 cm o más de altura, dependiendo del hábito de crecimiento.

Hábito de Crecimiento

Presenta tres tipos de hábitos de crecimiento: rastrero, erecto y semierecto, principalmente en variedades criollas.

El hábito rastrero: se caracteriza porque generalmente crece en forma erecta sólo hasta 40 cm,

El tipo erecto: se identifica por el aspecto arbustivo que presenta la planta, originado por un crecimiento casi vertical de los tallos, con la desventaja que se doblan o se rajan con el peso de los frutos (García, 1975; Saray y Loya, 1977; Corona, 1993).

Raíz

El sistema radical en siembras directas se caracteriza por presentar raíz típica, columnar o pivotante, El sistema radicular se modifica en el método de transplante, transformándose en fibroso (Cartujano, 1984; García, 1975; Moreno y Torres, 1996; Saray y Loya, 1977; Castillo, 1990).

Tallo

Sus tallos son gruesos y carnosos en la parte interior, la planta alcanza altura de 40 a 90 cm, dependiendo del hábito de crecimiento (Villanueva, 1978; Moreno y Torres, 1996).

Hojas

Las hojas son compuestas, erectas, alternadas, de forma ovada; su tamaño varia de 5 a 10 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho; tiene la base atenuada y el ápice agudo o ligeramente acuminado, con márgenes irregulares dentados, pero por lo general presentan seis dientes por cada lado. Las hojas son pecioladas cuyo pecíolo va de 4 a 6.5 cm de largo (García, 1975; Vázquez, 1977; Saray, 1977; Medina, 1996).

Flor

Las flores son bisexuales, perfectas o hermafroditas; éstas son solitarias y salen de la dicotomía de las ramas. Las anteras son azules o azul verde de 0.2 a 0.4 cm de largo, . El estigma presenta dos hendiduras, casi bilobulado. Es auto incompatible; el estigma es receptivo de 1 a 3 días, antes de que abra la flor. Produce una gran cantidad de flores, pero solo el 30% es potencial (Jacinto, 1997; Saray y Loya, 1977; Medina, 1996).

Fruto

El fruto es una baya globular colgante amarilla o verdusca, con tamaño variable de 1.8 a 4.3 cm de largo por 1.6 a 6.0 cm de ancho (1.0 a 6.0 cm de diámetro), con pulpa de sabor ácido, dulce o agridulce. El cáliz campanulado que lo cubre mide de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6.0 cm de ancho, con

diez costillas (nervaduras) (Vázquez, 1977; García, 1975; Moreno y Torres, 1996).

Semilla

Estas son pequeñas de color claro, posee una forma circular como disco y mide unos 0.3 mm a unos 0.5 mm de diámetro

Preparación de Terreno

Para lograr el éxito deseado en el cultivo del tomate de cáscara es indispensable hacer una buena preparación del terreno, la cual depende en gran parte del cultivo anterior.

Es necesario realizar un Barbecho profundo de 25 cm. aproximadamente, seguido de una "Cruza" si se considera conveniente.

Posteriormente deben darse los pasos de rastra necesarios para dejar el suelo bien molido, y así lograr un perfecto desarrollo radical.

Al efectuar el surcado se recomienda que la distancia entre surcos sea de 1.0 m, ya que en distancias menores, a pesar de tener mayor densidad de población, no se consigue un incremento significativo en el rendimiento

Métodos de siembra

Siembra directa

Se utiliza alrededor de 2.0 Kg. de semilla por hectárea, depositándose de 5 a 10 e incluso de 10 a 20 semillas por mata a una distancia entre éstas de 30 a 50 cm.

Transplante

Es más común ya que se tiene un mejor manejo. Se utiliza de 0.3 a 0.5 Kg de semilla por hectárea, que se establece en un almácigo de 30 a 40 m², o en charolas germinadoras.

El momento apropiado para el trasplante es cuando la plántula tiene entre ocho y diez centímetros de altura, que se alcanzan alrededor de los 15 a 18 días en verano y a los 18 a 21 días en siembras de invierno.

Saray y Loya, 1977; Castillo, 1990, señalan que no se obtiene ninguna ventaja cuando se dejan más de dos plantas por mata, ya que únicamente dos de ellas logran un buen desarrollo.

Labores de cultivo

Aclareo en siembra directa

Cuando se realiza la siembra directa, es necesario hacer un aclareo, de los 8 a los 10 días después de la emergencia de la planta, dejando de 3 a 4 plantas.

Cuando se considera que el cultivo se ha establecido en forma definida (a los 20 ó 30 días), se debe hacer un segundo aclareo dejando solamente 2 plantas por mata.

Trasplante

Cuando se realiza el trasplante, generalmente se presentan fallas de establecimiento de plántulas, las cuales deben ser repuestas en los primeros 5 días después de realizado.

Deshierbes

Los deshierbes o raspadillas se efectúan después del primer aclareo (8 a 10 días) o cuando se considere necesario (de 15 a 20 días).

Riego

Con respecto a los riegos, no se puede establecer un calendario similar para las diferentes localidades, ya que depende de factores edáficos y ambientales como: la textura del suelo, la temperatura y la humedad relativa. Sin embargo, es conveniente efectuar los riegos oportunamente para conseguir un buen desarrollo de la planta.

Fertilización

La fertilización foliar es el procedimiento más seguro para alimentar con Fósforo, Potasio y micro elementos a la planta. Velázquez (1990); Arroyo y García (1993) señalan que cuando se aplican fertilizantes foliares se obtiene un incremento en el rendimiento total del tomate de cáscara (10% más).

Fenología

Floración

La diferenciación de las primeras yemas florales se lleva a cabo entre los 17 y 20 días después de la siembra; la aparición de las primeras flores ocurre a los 28 y 30 días y continúa floreciendo hasta que la planta muere.

Polinización

En esta planta no es posible la polinización por ella misma, es decir que sé autofecunde, debido a la incompatibilidad gametofítica del tomate, por ello comporta como una planta alógama obligada (de polinización cruzada).

Polinización natural:

Es llevada a cabo principalmente por insectos, siendo las abejas las que más realizan esta labor. Una vez que la flor se ha polinizado se cierra y no vuelve a abrirse, luego comienza a marchitarse para en seguida caer (Pérez *et. al.*, 1997).

Polinización manual:

Esta es muy laboriosa, pero se usa cuando se hacen pocas cruzas y bajo condiciones de invernadero.

Fructificación

El cuajado de los frutos fecundados que han iniciado el desarrollo del ovario, comienza de los 35 a los 42 días. En este momento el cascabel (cáliz que cubre el ovario) está formado y dentro de él se inicia una etapa llamada floración de cascabel (iniciación de fructificación), que no es otra cosa que

un fruto pequeño bien definido en proceso de desarrollo. (Saray y Loya, 1977).

Cosecha

Macias (1995), encontró que en el número de cosechas también se están determinando ciertos caracteres de calidad. Se realizaron tres cortes, el primer corte se realizó a los 73 a 80 días después del trasplante.

También se recomienda que la cosecha se inicie con los primeros frutos desarrollados, maduros, cortando cada semana hasta cosechar el total de ellos. La maduración del tomate verde es indicado por el cambio de color de la baya, desde un verde a un café pálido

Otro indicativo de la madures del tomate de cáscara es cuando el cáliz es llenado por el fruto o baya.

Requerimientos Climáticos

Temperatura

La temperatura óptima que requiere el cultivo del tomate de cáscara fluctúa entre 20 a 25° C, requiriendo entre 20 a 23° C para germinación y entre 22 a 25° C para crecimiento vegetativo,

Humedad

En el caso de la humedad, las etapas críticas corresponden a la germinación, emergencia y trasplante. El resto del ciclo, incluyendo floración, necesita de un 60% de la humedad de la capacidad de campo.

Luz

En general es una planta moderadamente exigente en intensidad luminosa, se estima que la especie se desarrolla óptimamente con 2,500 bujías-pie.

Suelo

Los suelos donde se desarrolla bien el cultivo son los arcillo - arenosos, con disponibilidad de riego además, se menciona que el cultivo del tomate en suelos delgados no se recomienda, de tal forma que se pueda afectar el

desarrollo radicular, ocasionando muchos problemas en el desarrollo de éste cultivo. El pH del suelo, adecuado para el desarrollo de esta planta varía de 5.0 a 7.0.

Análisis de Sendero

Análisis de correlación es el conjunto de técnicas estadísticas empleado para medir la intensidad de la asociación entre dos variables.

Mediante el análisis de correlación, es posible solo estimar la relación positiva o negativa entre caracteres, por lo tanto no es una herramienta adecuada para estimar las relaciones indirectas entre variables. Willman (1987) mencionan que aunque las correlaciones simples no son indicativas de una causa y efecto, estas son útiles en la determinación del grado y dirección de la asociación entre dos factores. Singh y Singh (1973) señalan que la correlación simple no toma en cuenta las relaciones extremadamente complejas, entre varios caracteres que están relacionados a variables dependientes. Sin embargo, Fonseca y Patterson (1968) indican que el análisis de coeficientes de sendero es útil en la partición de asociaciones complejas en efectos directos e indirectos.

Sin embargo, Singh y Chaudhary (1977), Cruz y Regazzi (1997) y Vencovsky y Barriga (1992, citado por Espitia, 2005), señalan que los coeficientes de correlación, a pesar de ser de gran utilidad en la cuantificación de la magnitud y dirección de las influencias de factores en la determinación de caracteres complejos, no le dan una importancia exacta a los efectos directos e indirectos de esos factores. Para solucionar ese problema se desarrolló el análisis de sendero.

Las correlaciones entre diferentes caracteres constituyen la información básica utilizada en la selección indirecta, cuya importancia, destacó Falconer (1967).

No obstante los estimados de coeficientes de correlación entre los diferentes caracteres no dan una imagen exacta de la importancia de los efectos directos e indirectos de esos caracteres (Tyagy y Col., 1982). Por lo que es más necesario tener conocimientos más precisos sobre la interrelación de los mismos, lo cual se logra mediante un método de análisis de sendero, desarrollado por, Sewall Wright (1921), y propuesto por primera vez para la selección de plantas por Dewey y Lu (1959).

El análisis de coeficientes de sendero, permite descomponer los valores de los coeficientes de correlación, en los efectos directos que ejerce cada variable sobre el rendimiento, y los efectos indirectos que ejercen sobre el, lo cual según Li (1956), podría llamarse "El análisis de la correlación".

Mishra et al. (1973) mencionan que el coeficiente de sendero es un coeficiente de regresión parcial estandarizado. El análisis de sendero fue descrito por primera vez por Wrigth (1921, 1934) como una manera de determinar la influencia de factores independientes sobre factores dependientes, también calcular la correlación simple entre los factores independientes, y desarrolló la teoría de los coeficientes de sendero con el fin de hacer un análisis estadístico de causa y efecto en un sistema de variables correlacionadas.

El análisis de sendero tiene por objetivo identificar las posibles explicaciones casuales de las correlaciones observadas entre una variable respuesta (dependiente) y una serie de variables preeditoras (independientes) Wrigt (1921).

El método analítico de coeficientes de sendero permite descomponer las relaciones entre dos variables (X e Y), es una suma del efecto directo de X sobre Y, y los efectos indirectos de X sobre Y vía otras variables independientes en un sistema de correlación.

El estimador dentro del análisis de sendero que mide las relaciones causa-efecto entre caracteres es llamado coeficiente de sendero (path coefficient, en inglés), que mide la influencia directa de una variable sobre otra, independientemente de las demás. Es este estadístico el que permite desagregar los coeficientes de correlación simples en sus efectos directos e indirectos. Según Cruz y Regazzi (1997) y Vencovsky y Barriga (1992), un análisis de sendero es en esencia un estudio que permite evaluar si una relación entre dos variables es de causa-efecto o es determinada por la influencia de otras variables. Un análisis de sendero puede realizarse a partir de correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales.

En un sistema de variables interrelacionadas, en el análisis de los coeficientes de sendero es un método eficaz para separar los efectos directos de los indirectos, pues permite conocer la importancia relativa de los factores casuales involucrados.

El poder determinar mediante las correlaciones y los coeficientes de sendero, cuales variables influyen más o menos sobre un carácter, es de vital importancia para la selección y fundamentalmente para la creación de índices de selección cuya eficiencia disminuye cuando los caracteres considerados tienen una importancia relativamente baja (Gallais, 1973).

El método de coeficientes de sendero, publicado por Wright, 1921, ha tenido numerosas aplicaciones en estudios genéticos de poblaciones y en el análisis estadístico de causa y efecto, en un sistema de variables correlacionadas (Li, 1955). Dewey y Lu (1959). Demostraron utilidad de este análisis en la selección de plantas, al permitir separar las causas directas e indirectas de asociación, así como realizar un examen crítico de las fuerzas específicas que actúan para producir una correlación dada y la importancia relativa de cada factor causal. Varios autores han reportado su aplicación en diferentes cultivos, como soya (Malhotra y Cols, 1972), sorgo (Naphade, 1972), arroz (Rao y Cols. 1980), y otros.

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) fueron estudiadas las correlaciones fenotípicas y los coeficientes de sendero en 6 variedades

de tomate, con el objetivo de conocer las relaciones de algunos caracteres con el peso del fruto. El peso del fruto estuvo correlacionado positivamente con el diámetro, largo, número de semillas y número de lóculos del fruto, siendo las primeras correlaciones altamente significativas. El diámetro del fruto tuvo un efecto directo positivo en el peso del fruto, no así el resto de los caracteres, los que tuvieron una contribución indirecta en el peso del fruto a través del diámetro siendo estos los resultados que se obtuvieron mediante el análisis de sendero en tomate.

Mientras que en otro estudio con el mismo cultivo se observó que los dos caracteres que tuvieron un mayor efecto directo sobre el peso del fruto, fueron el diámetro ecuatorial y el diámetro polar.

En un estudio de papa (*Solanum tuberosum*) se aplicó una combinación de procedimientos estadísticos para determinar cuál de los componentes fue el criterio de selección efectivo idóneo para el mejoramiento del rendimiento en papa y los procedimientos incluyeron:

- 1.- Correlaciones simples genotípicas entre el rendimiento por planta, el número de tubérculos por planta, el peso promedio de los mismos, la altura y el número de tallos por planta.
- 2.- Regresión pasó a paso hacia adelante.
- 3.- Análisis de clasificación.
- 4.- Análisis de sendero.

Cada procedimiento fue aplicado a un estudio de dos años, en 88 clones de papa, utilizando los datos originales y los datos transformados a logaritmo. Las correlaciones fenotípicas mostraron relaciones inestables entre dos años y entre caracteres. El rendimiento presentó correlaciones positivas y altamente significativas con el número de tubérculos por planta, el peso promedio de los mismos y la altura.

Siendo el análisis de sendero el que identificó a número de tubérculos y al peso promedio, como los de mayor efecto directo sobre el rendimiento.

Mientras que en las ecuaciones obtenidas por el procedimiento de regresión paso a paso, solo entraron el peso promedio del fruto y el número de tubérculos.

El análisis de clasificación evidencio la estrecha relación de estas dos variables con el rendimiento. Los resultados de los análisis con los datos transformados a logaritmo fueron similares, en la mayoría de los casos, a los análisis con los datos sin transformar. De lo anterior se concluyo que el peso promedio y el número de tubérculos pueden ser una valiosa ayuda para el mejoramiento del rendimiento en papa **siendo el análisis de sendero el que mostró los mejores resultados.**

En un estudio realizado en tomate por Marta Álvarez (1980), encontró que el rendimiento por planta estuvo correlacionado positivamente con el número de frutos por planta, diámetro y peso del fruto, porcentaje de fructificación, número de frutos por racimo, número de racimos y altura de la planta. Como le reportado por Prasad y Prasad (1977). La estimación de los coeficientes de sendero permitió descomponer los coeficientes de correlación, en componentes de efectos directos e indirectos, siendo el número de frutos por planta, el carácter que mostró un mayor efecto directo sobre el rendimiento.

Es de suma importancia para el mejorador de plantas, conocer las relaciones que existen entre los diferentes caracteres que pueden intervenir en la selección, para lograr una mayor efectividad en la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se llevo acabo en el campo experimental y laboratorios del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el periodo de agosto – diciembre 2006. El cual se encuentra a una altura de 1743 msnm. Entre los 25° 23' de longitud norte y 101° 00' de longitud este del meridiano de Greenwich.

Características Ambientales del Área de Estudio

Es del tipo Bwhw (x) (e) seco semicálido con inviernos frescos – extremosos y templado con lluvias principalmente en verano. La temperatura media anual fluctúa entre los 19.8°C, con una oscilación de 10.4°C, siendo junio, julio y agosto los meses en los que se registran las temperaturas más altas, de 37° C. Durante los meses de Diciembre y Enero se registran las temperaturas mas bajas alcanzando hasta los 10°C bajo cero, siendo enero el mes mas frío, la precipitación anual media es de 298.5 mm y la temporada de lluvias va del mes de junio al mes de octubre, y es el mes de junio en el que se registra la mayor cantidad de lluvias, mientras que marzo es el mes mas seco.

Material Genético Utilizado

Los materiales genéticos utilizados en la presente investigación fueron de diverso origen, evaluándose 40 genotipos de amplia variabilidad genética con 3 repeticiones cada uno, los cuales se describen en el cuadro 1.

Descripción de Tratamientos

Para el estudio de los materiales se utilizo un diseño de bloques al azar con 40 tratamientos y 3 repeticiones, cada repetición estuvo constituida por

12 plantas con competencia completa y una separación de 50 cm entre planta y planta y un metro de separación entre surcos.

Cuadro 1. Material Genético Utilizado en el Trabajo de Investigación, en el Ciclo de verano del 2006 en Saltillo Coahuila.

Tratamientos	Material	Tratamiento	Material
1	chf1-Chapingo	21	H223: H1P6
2	Sint. Interfamiliar	22	H224:H13P14
3	Familia 130	23	191 Jal 74
4	Población 8	24	185 Jal 68
5	Población 5	25	126 USA 02
6	Población 3	26	Puebla Verde
7	Población 2	27	128 BCN01
8	Sint. Intervarietal	28	124USA01
9	Manzano SM7R	29	127USA03
10	Puebla SM1	30	129BCN02
11	Esmeralda Mx	31	Criollo Regional
12	Verde 3000	32	Tomatillo Morelos
13	Verde Supremo	33	Rendidora
14	Yoreme	34	Selección 01-02
15	Super Morado	35	Súper Gordo Supremo
16	S. Cerro Gordo	36	San Román
17	Tamazula SM2	37	Criollo Guanajuato
18	H30: H6P39	38	Criollo Puebla
19	H137: H11P13	39	Selección 04-02
20	H221: H14P20	40	Súper Grande

Producción de Plántula

Esta se llevo acabo en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, del 03 de marzo al 24 del mismo mes, se utilizaron charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades utilizando como sustrato peat moss y se colocaron dentro de contenedores sobre agua.

Preparación del Terreno

Se llevo a cabo el día 07 de febrero del 2006, el cual consistió en realizar una rastra cruzada , posteriormente se realizo el surcado con un metro de separación y una longitud de 14 m. Tomando como parcela útil surcos de 4 m.

Trasplante

Previo al trasplante se realizo un riego pesado, con el fin de tener humedad en el suelo, a fin de realizar el trasplante en día 24 de marzo.

Riegos

Los riegos se realizaron con cintilla y cada riego se aplico en un promedio de 3-5 horas cada tercer día.

Fertilización

La fertilización se realizo por medio de fertirriego, aplicándose una vez por semana, además se realizaron fertilizaciones vía foliar para complementar la fertilización al suelo, la cual se realizo cada dos semanas (Cuadro 3). Con las cantidades mostradas en el Cuadro, se preparo una solución concentrada en 200 litros de agua para diluir los fertilizantes, y así aplicarlos en el agua de riego. Las aplicaciones se realizaron el día miércoles de cada semana para las aplicaciones por fertirriego y las aplicaciones foliar los días viernes de cada semana hasta dos semanas antes del término del ciclo del cultivo.

Deshierbes

Se realizaron cada dos semanas, con el fin de mantener en condiciones favorables además de evitar la competencia por agua, nutrientes, luz. Además eliminar la presencia de posibles plagas y enfermedades, esta se realizo manualmente con la ayuda de azadón.

Control de Plagas y Enfermedades

Se hicieron aplicaciones de productos preventivos tales como el Tiabendazol 60% a razón de 1 ml/l de H₂O. hexacloro-endometileno-biciclohepteno-bis (oximetileno) sulfito a razón de 3 ml/l H₂O mas de zinc y el etileno bis- ditiocarbamato de manganeso (Mancozeb) lo anterior como prevención al ataque de plagas y enfermedades.

Variables Estudiadas

Numero Promedio de Frutos por Planta

Se realizo un conteo de frutos de cada una de las plantas y se obtuvo un promedio por planta por tratamiento.

Cuadro 2. Fertilizantes, peso molecular, dosis y fechas de aplicación de la fertilización aplicada vía riego al cultivo del *Physalis ixocarpa* Brot.

Fertilizantes	Peso Molecular	Dosis gr	Fechas de aplicación
Acido fosforico al 85%	98	6.2 ml	05/04/06
Sulfato de potasio	174.3	200	12/04/06
Sulfato de magnesio	223.1	247	19/04/06
Nitrato de potasio	101.1	150	26/04/06
Nitrato de calcio	164.1	520	03/05/06
Sulfato ferroso	278	10	10/05/06
Sulfato de manganeso	223	0.1	17/05/06
Sulfato de zinc	287.6	0.4	24/05/06
Sulfato de cobre	249.7	0.4	31/05/06
borax $B_4O_7Na_2 \cdot 10H_2O$	381	0.2	

Cuadro 3. Fertilización foliar aplicada al cultivo de *physalis ixocarpa* brot.

Fertilizante	Cantidad Aplicada	Fechas de Aplicación
Para floración	3g/l de H ₂ O	07/04/06 21/04/06 05/05/06 02/05/06
Para fructificación	3g/l de H ₂ O	
Ácidos húmicos	20 ml/bomba de 20 lt.	
pH del agua (5.0 – 5.5)		

Peso Promedio de Frutos

Para la estimación de esta variable se pesaron todos los frutos cosechados de la muestra, y se dividió entre el número de frutos de la muestra y se obtuvo el peso promedio de los frutos.

Peso Promedio de Frutos por Planta

Se cosecharon todos los frutos con bolsa llena de diez plantas con competencia completa. Estos frutos se pesaron en cada una de las cuatro cosechas que se realizaron y después se sumaron para obtener el rendimiento total por parcela.

Densidad de Frutos

Para esta variable se tomaron todos los frutos cosechados, se pesaron y con la ayuda de una probeta se determinó su volumen. Se obtuvo el promedio y se expresó en gr./cm³.

Grados Brix.

Se tomaron cinco frutos de cada muestra los cuales se molieron y se colocó una gota de jugo de tomate de cáscara en el prisma del refractómetro para así obtener la lectura de esta variable.

Diámetro Polar del Fruto

Con la ayuda de un vernier se obtuvo la estimación de esta variable, considerando tres frutos con los cuales se tomaron el diámetro ecuatorial promedio.

pH del Fruto

Se tomaron cinco frutos de cada muestra los cuales se molieron y con la ayuda de un potenciómetro se tomo esta variable.

Rendimiento Promedio de Frutos por Corte

Para la obtención de esta variable fue necesario pesar los frutos de cada planta en cada uno de los respectivos cortes que se realizaron, de los cuales se obtuvo un promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Correlación

El análisis de varianza aplicado a las variables bajo estudio mostró diferencias altamente significativas entre genotipos, reflejando la amplia variabilidad en los materiales utilizados y el potencial para realizar selección interpoblacional e intrapoblacional. Al realizar la comparación de medias los genotipos, CHF – Chapingo, sintética interfamiliar, familia 130, población 8, y población 5, estuvieron ubicados en los primeros 8 lugares en las variables, número de frutos cosechados, peso promedio del fruto y rendimiento total de fruto. Indicando que estos son materiales prometedores para ser usados en programas de mejoramiento genético de tomate de cáscara.

Sin embargo en mejoramiento genético es frecuente realizar selección indirecta, por lo tanto es frecuente que los mejoradores utilicen la correlación entre caracteres, cuya importancia destaca Falconer (1976).

Análisis de Correlación es el conjunto de técnicas estadísticas empleado para medir la intensidad de la asociación entre dos variables, al realizar el análisis de correlación entre las variables estudiadas en tomate de cáscara, se encontró una asociación altamente significativa de rendimiento total de fruto, con número de frutos cosechados, peso promedio de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial (Cuadro 4), por lo tanto se podría afirmar que estas variables pueden ser utilizados como criterios de selección al desarrollar genotipos altamente rendidores, coincidiendo por lo reportado por Álvarez et al. (1981), quienes reportaron que el diámetro ecuatorial de fruto fue el carácter de mayor efecto sobre el peso de fruto.

Otras variables con una asociación positiva y altamente significativa fueron: peso medio de fruto con diámetro polar, diámetro ecuatorial y contenido de sólidos solubles, esto puede llegar a indicar que a mayor tamaño de fruto, y mayor contenido de sólidos solubles, mayor peso de fruto el cual esta estrechamente relacionado con rendimiento de fruto. Lo anterior no siempre es correcto ya que en ocasiones se encuentran frutos de gran tamaño que presentan loculos huecos dando frutos grandes pero de poco peso. mayor capacidad de almacenar fotosintatos en el fruto. Lo anteriormente indicado no siempre es correcto por lo tanto es necesario utilizar otros procedimientos de análisis para tener información mas precisa de estas relaciones entre variables de importancia económica. Chaudhary (1977), Cruz y Regazzi (1997) y Vencovsky y Barriga (1992) señalan que los coefientes de correlación, a pesar de ser de gran utilidad en la determinación de caracteres complejos no le dan la importancia exacta a los factores directos e indirectos. Y por lo tanto para resolver este problema se desarrollo el método de análisis de sendero.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre pares de características en genotipos de tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila, en el ciclo primavera verano 2006

Variable	PPF	DPF	DEF	CSF	DDF	pHF	CCH	RTF
NFC	0.4875**	0.5754**	0.5126**	0.1149	0.0407	-0.1459	-0.0547	0.8678**
PPF		0.8418**	0.9129**	0.3718*	0.1232	-0.0359	-0.0909	0.6645**
DPF			0.9402**	0.4443**	0.1243	-0.0607	-0.0970	0.6229**
DEF				0.4803**	0.2011	-0.0252	0.1169	0.6075**
SSF					0.0493	-0.1487	-0.0590	0.2280
DDF						-0.0471	-0.2444	-0.0042
pHF							-0.0856	-0.1946
CCH								-0.1419

Numero de Frutos Cosechados (NFC), Peso Promedio de Fruto (PPF), Diámetro Polar de Fruto (DPF), Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF), Concentración de Sólidos Solubles de Fruto (CSF), Densidad de Fruto(DDF), Acides de Fruto (pHF), Contenido de Clorofila en Hojas (CCH), Rendimiento Total de Fruto(RTF)

Análisis de Sendero

El análisis de sendero es un coeficiente de regresión parcial estandarizado que tiene por objeto determina la influencia de factores independientes sobre factores dependientes, también calcula la correlación simple entre los factores independientes, es decir, realiza un análisis estadístico de causa y efecto en un sistema de variables correlacionadas.

Aunque el análisis de correlación identifica la relación entre variables, el análisis de sendero proporciona mayor confiabilidad de las relaciones entre variables determinantes del rendimiento, como lo establece McGiffen M.E.Jr. (1994) quien indica que el análisis de sendero es un método que permite determinar la magnitud y la dirección de los múltiples efectos sobre complejos procesos. Por lo tanto, con los coeficientes de sendero se genero un modelo, considerando como variables casuales el número de frutos cosechados, peso medio de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, concentración de sólidos solubles, y contenido foliar de clorofila y como variable respuesta al rendimiento.

Sin embargo en el análisis de sendero las variables que mostraron una mayor contribución y que fueron altamente significativos fueron numero de frutos cosechados, la cual tuvo la mayor contribución al rendimiento, y el peso promedio de fruto también manifestó un efecto directo positivo sobre el rendimiento.

El cuadro 5 muestran los resultados del análisis de sendero, donde se muestran subrayados los efectos directos de cada variable sobre el rendimiento, donde el numero de frutos cosechados fue una de las variables que tuvo el mayor efecto directo sobre rendimiento, coincidiendo con lo señalado por Prasad (1977) , el peso promedio de fruto presento el segundo efecto directo mas importante, coincidiendo con lo señalado por Chaudhary (1973) quien encontró un efecto directo positivo (0.7644) sobre el rendimiento, el peso promedio del fruto también manifestó un efecto directo positivo (0.5788) sobre el rendimiento mientras que en el análisis de

correlación se observó una alta asociación entre el diámetro polar y rendimiento ($r = 0.6229$), y entre el diámetro ecuatorial y rendimiento ($r = 0.6075$), sin embargo el análisis de sendero permite indicar que estos valores son resultado de la contribución indirecta del número de frutos cosechados y del peso promedio de fruto, ya que las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial en el análisis de sendero, exhibieron efectos directos negativos sobre el rendimiento. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Srivastava y Sachan (1973), quienes reportaron valores de correlación negativos.

En el tomate de cáscara es frecuente encontrar algunos frutos donde la placenta y semillas no llenan completamente, dando lugar a una baja densidad de frutos y que con mayor facilidad puede sufrir daños por magullamiento durante el empaque, además al momento del transporte menor tonelaje por volumen transportado, por lo tanto es recomendable tener frutos de alta densidad sin embargo en este trabajo se encontró que esta variable no influye o influye de manera no significativa sobre el rendimiento.

De los resultados presentados en el Cuadro 5 es posible deducir que si se quiere realizar selección para rendimiento en tomate de cáscara, es importante considerar la variable número de frutos por planta y el peso promedio de fruto ya que fueron las variables que mayor contribución tuvieron hacia el rendimiento total de fruto, además estas variables pueden ser consideradas como índices de selección indirectos en programas de mejoramiento genético en este cultivo.

Cuadro 5. Relación causa – efecto entre variables agronómicas y rendimiento en el cultivo del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Saltillo, Coahuila.

Variables	NFC	PPF	DPF	DEF	CSF	DDF	CCH	RTF
Frut. Cosech.	0.7644	0.2822	-0.064	-0.1278	0.0106	-0.0029	0.0054	0.8678**
Peso/Fruto	0.3727	0.3578	-0.0937	-0.2276	0.0341	-0.0088	0.0096	0.6645**
D Polar	0.4398	0.4872	-0.1113	-0.2344	0.0408	-0.0089	0.0096	0.6229**
D. ecuatorial	0.3918	0.5284	-0.1047	-0.2493	0.0441	-0.0144	0.0115	0.6075**
Sol. Solubles	0.0878	0.215	-0.0495	-0.1197	0.0918	-0.0035	0.0059	0.2280
Dens. Fruto	0.031	0.0713	-0.0138	-0.0501	0.0045	-0.0714	0.0243	-0.0042
Cont. Clorofila	-0.0418	0.0526	0.0108	0.0289	-0.0054	0.0175	-0.0992	-0.1419

Numero de Frutos Cosechados (NFC), Peso Promedio de Fruto (PPF), Diámetro Polar de fruto (DPF), Diámetro Ecuatorial de fruto (DEF), Concentración de Sólidos Solubles en Fruto (SSF), Densidad de Fruto (DDF), Contenido de Clorofila en Hojas (CCH), Rendimiento Total de Frutos (RTF).

CONCLUSIONES

El estudio que se llevo acabo en este trabajo permite tener una idea mas precisa de la importancia que tienen algunas variables sobre el rendimiento total de fruto en (*Physalis ixocarpa* Brot.).

El análisis de correlación entre las variables estudiadas, presento una asociación altamente significativa entre rendimiento y numero de frutos cosechados ($p=0.8678$), peso medio del fruto ($p=0.6645$), diámetro polar ($p=0.6229$), diámetro ecuatorial ($p=0.6075$).

El análisis de sendero presentó una contribución directa de numero de frutos cosechados hacia el rendimiento (0.7644), mientras que el peso promedio del fruto manifestó una contribución directa de 0.5788 hacia el rendimiento, en base a los resultados es posible concluir que estas variables se pueden utilizar como índice de selección para generar genotipos de altos rendimientos.

El análisis de sendero presenta información mas precisa de las contribuciones directas e indirectas hacia la variable de interés, que en el presente caso fue el rendimiento de fruto.

LITERATURA CITADA

- Abbott A. L., M.S. Pistorale, S.O. Filippini. 2007. Análisis de coeficientes de sendero para el rendimiento de semillas en (*Bromas Catharticus*). Revista Ciencia E Investigación Agraria, Departamento De Ciencias Básicas, Universidad Nacional De Lujan, Buenos Aires Argentina. 34(2): 141-149.
- Alonso V., R.Ortiz (1984). Análisis de coeficientes de sendero de los principales componentes del rendimiento agrícola en diferentes fases del lote clonal de la caña de azúcar. Rev. Cultivos Tropicales. 6(4): 805-811.
- Álvarez M., V. Torres, G. Verde. 1981. Estudio de correlaciones y coeficientes de sendero en tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill). Revista Cultivos Tropicales. 3(3): 139 – 147.
- Álvarez M., V. Torres, G. Verde. 1982. Análisis de las correlaciones y coeficientes de sendero en caracteres del fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Cultivos Tropicales. 4(1): 3-10.
- Álvarez M., V. Torres. 1985. Análisis de correlaciones fenotípicas, genéticas y ambientales y coeficientes de sendero en caracteres del fruto de tomate (*Lycopersicom esculentum* Mill), en condiciones de verano. Revista Cultivos Tropicales. 7 (2): 103 – 108
- Arnhold E., F. Mora, A. Deitos.2006. Correlaciones genéticas en familias de maíz (*Zea mays* L.). Revista Ciencia E Investigación Agraria, Departamento De Biología General, Universidad Federal De Vicoso. 33(2):125 – 131.
- Caridad González M. 1985. Análisis de la relación entre el peso del fruto y diferentes caracteres morfológicos mediante el coeficiente de

- sendero, en un grupo de variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Cultivos Tropicales. 7 (2): 23-28.
- Castineiras L. Rivero N. 1988. Análisis de correlaciones de sendero entre el rendimiento y sus componentes en el frijol común. Ciencias de la agricultura. 34: 77 – 81.
- Díaz E. R.M. Pérez T. S. Pérez T. F.M. 2001. Caracterización de clones de boniato y estudio de sus coeficientes de sendero. Revista Tecnología e Higiene de los Alimentos. 325: 91-94.
- González M. E., Estévez A. E. Iglesias L. 1992. Evaluación de los componentes del rendimiento como criterio de selección en el mejoramiento de papa (*Solanum tuberosum* L.). Revista Cultivos Tropicales. 13:135-139.
- González M. C. 1985. Análisis de correlaciones fenotípicas, genotípicas ambientales y coeficientes de sendero de algunos Componentes Del Rendimiento, En Un Grupo De Variedades De Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cultivos Tropicales. 7(4): 3 - 9
- Henry E. Niles. 1923. The Method Of Path Coefficients An Answer To Wright. p. 256 – 260.
- Hernández D. J. Robledo T. V. Benavidez M. A. Bacopulos T. E. Ramírez M. J. 1998. Regresión, correlación y análisis de sendero para predecir la floración en cilantro (*Coriandrum sativum* L.), Departamento De Horticultura, División De Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1 – 10.
- López E. J. Ligarreto A. G. 2006. Yield evaluation in 12 promissory genotypes of climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) red ball and popping types for cold zones of Colombia. Revista Agronomía Colombiana. 24(2):

- Morales D. 1985. Correlaciones y coeficientes de sendero en plántulas de cafetos, 3: Área foliar y algunas variables de crecimiento en viveros con sombra controlada. *Cultivos Tropicales*. 7(2):147-153.
- Niles H.E. 1922. Correlation, causation and wright theory of " Path Coefficients" *Genetis*. 7: 258 – 273.
- Ortiz E. P. M De Los A. 1988. Coeficientes de sendero entre la masa de los tubérculos y diferentes caracteres en papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Desiree. *Cultivos Tropicales*. 10 (3): 93 – 95.
- Peña L. A. 2001. Situación actual y perspectivas de la producción y mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) En México, Uach. 1- 10 p.
- Robledo T. V. Hernández D.J, Benavidez M.A, Ramírez G.F.2003. Análisis de sendero en le cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Bajo riego de temporal. *Revista Agrofaz*. p.187-192
- Rosado F. Pino De Los A. Sam O. Caballero A. 1988. Análisis de coeficientes de sendero y algunas variables del crecimiento de frutos de café (*Coffea Arabica*) Variedad Caturra. *Cultivos Tropicales*. 10(2): 41-46.
- Varela A. R. J. 2004. Análisis de crecimiento y sendero en el cultivo de melón (*cucumis melo* l.) Con acolchado plástico. Tesis De Ingeniero Agrónomo En Horticultura, UAAAN.
- Wright, Sewall, 1923 the theory of path coefficients. A Reply To Niles *Criticism Genetics* 8: 239 – 255.