Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

TESIS

TOLERANCIA DEL SACHA INCHI **(*Plukenetia volubilis* L.),** A NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS DEL GÉNERO *Meloydogyne* spp, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA "EL PORVENIR"- JUAN GUERRA

PRESENTADO POR:

MELISSA MARGARITA CASTRO SÁNCHEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONÓMO

TARAPOTO-PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ÁREA DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

TOLERANCIA DEL SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.), A NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS DEL GÉNERO *Meloydogyne* spp, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA "EL PORVENIR" - JUAN GUERRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRONÓMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
MELISSA MARGARITA CASTRO SÁNCHEZ

MIEMBROS DEL JURADO

Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
Presidente

Ing. Elías Torres Flores
Secretario

Ing. Roaldo López Fulca
Miembro

Ing. Eybis José Flores García
Asesor

DEDICATORIA

*A **Dios** porque me dio un privilegio muy grande que es la Vida, que me permitió llegar a este gran paso profesional que es muy importante para mí, porque cada día que pasa me motiva a ser mejor y sobre todo por su infinita bondad y grandeza.*

*A mí amada familia, mis padres **Enrique y Juanita** de quienes recibí un apoyo Incondicional incomparable, dándome el soporte emocional y moral que un hijo pueda desear, a mis hermanos **Patty, Kike y Richi** con quienes compartí y sigo compartiendo momentos únicos.*

AGRADECIMIENTOS

1. Al Instituto Nacional de Innovación Agraria - INCAGRO, por financiar el Proyecto “Generación de Líneas Élites de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) de alta productividad, con altos contenidos de aceites Omegas y tolerantes a Nematodos (*Meloidogyne sp*.)” para su cultivo en la región amazónica, dentro del cuál se pudo desarrollar el presente trabajo de investigación.

2. A la Estación Experimental Agraria El Porvenir - INIA, y a los Ingenieros: Oscar Díaz Mejia, y Oscar Gutiérrez Vega por brindarme la oportunidad de desarrollar el presente trabajo de Investigación en la Institución, permitiéndome el uso de sus Instalaciones y Laboratorios.

3. Al Instituto de Cultivos Tropicales – ICT y al Ing. Enrique Arévalo Gardini como Director de esta institución, por brindarme las facilidades para el uso de de los laboratorios de Fitopatología y Nematología.

4. Al Ingeniero Eybis José Flores García, Docente de la Universidad Nacional de San Martín, asesor del presente trabajo de Investigación, por todo el apoyo recibido durante la ejecución del presente trabajo de Investigación.

5. A la Ingeniera Gloria Arévalo Garazatúa, Coordinadora Técnica e investigadora en Mejoramiento Genético del Subproyecto Generación de líneas elites del INIA - Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, por

darme la oportunidad y sobre todo por depositar su confianza, por brindarme sus conocimientos, por toda la experiencia que ella posee y que nos transmitió durante el tiempo que duro el presente trabajo de Investigación.

6. A la Ing. Enma Manco, por haberme facilitado las 10 Accesiones del Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”.

7. A l Ingeniero y amigo Jim Dickerson Vásquez Pinedo, por su constante apoyo y al Ing. Manuel Ríos Navas, por haber colaborado en el presente trabajo.

8. De manera especial a las personas que me apoyaron en el trabajo de campo, que dieron todo su esfuerzo y empeño para que este trabajo se realice de la mejor manera, en la Estación Experimental Agraria El Porvenir INIA, ellos son: Otoniel Grandez, Julio Tenazoa, Pedro Vargas, Nancy Vásquez, Luís Pinedo, Winstong Grandez, Froilan Torres, Gutimberg García, Raúl Lazo, Álvaro Armas, Dimas Fasabi e Ignacio Macahuachi.

9. Al Ingeniero: Kadir Márquez Dávila, por darme la capacitación necesaria, al técnico José Jaime Cayotopa Torres, por brindarme el tiempo y la paciencia en el trabajo meticuloso que él desempeña en el laboratorio de Nematología del ICT, a Delmar Arbey Olivera Cayotopa, todos ellos trabajadores y profesionales del Instituto de Cultivos Tropicales – ICT.

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro N° 01: Accesiones de Sacha Inchi del INIA – San Martín y su susceptibilidad al nemátodo del nudo (*Meloidogyne incognita)……. xx*

Cuadro N° 02: Escala de evaluación de *Meloidogyne* propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne*……

Cuadro N° 03: Material genético estudiado……

Cuadro N° 04: Datos meteorológicos - Temperatura 2007 – 2008……

Cuadro N° 05: Datos meteorológicos - Precipitación 2007 – 2008

Cuadro Nº 06: Análisis de varianza para la emergencia de plantas en días después de la siembra d.d.s)…….....45

Cuadro Nº 07: Análisis de varianza para la aparición de cotiledones días después de la siembra (d.d.s)……47

Cuadro Nº 08: Análisis de varianza para la aparición del 1er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones– d.d.a.c)……. 49

Cuadro Nº 09: Análisis de varianza para la aparición del 2do par de hojas (días después de la aparición de cotiledones – d.d.a.c)……..... 51

Cuadro Nº 10: Análisis de varianza para la aparición del 3er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones – d.d.a.c)……..... 53

Cuadro Nº 11: Análisis de varianza para la aparición del 4to par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones – d.d.a.c)……..... 55

Cuadro Nº 12: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación……..... 57

Cuadro Nº 13: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 7 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación…….. 59

Cuadro Nº 14: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación…….…….…. 61

Cuadro Nº 15: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 119 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 91 días después de la inoculación……..… 63

Cuadro Nº 16: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación……..…….…….. 65

Cuadro Nº 17: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 7 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación……... 67

Cuadro Nº 18: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación…….……..… 69

Cuadro Nº 19: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 112 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 84 días después de la inoculación……..… 71

Cuadro Nº 20: Análisis de varianza para el número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación... 73

Cuadro Nº 21: Análisis de varianza para el número de huevos por 20 g, de raíz……..……..……. 75

Cuadro Nº 22: Análisis de varianza para el número de individuos juveniles y adultos en 20 g de raíz. Datos transformados por log 10…….. 77

Cuadro Nº 23: Análisis de varianza para el número de individuos/100 cc de suelo. Datos transformados por log 10……..…… 79

Cuadro Nº 24: Análisis de varianza para el peso fresco de follaje(g)……... 81

Cuadro Nº 25: Análisis de varianza para el peso seco de follaje (g)…….. 83

Cuadro Nº 26: Análisis de variancia para el peso fresco de raíz (g)…….. 85

Cuadro Nº 27: Análisis de variancia para el peso seco de raíz (g,)……..... 87

Cuadro Nº 28: Análisis de variancia para el área radicular (cm2)……..……...… 89

Cuadro Nº 29: Análisis de variancia para el área foliar (cm2)……..... 91

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico Nº 01: Prueba de Duncan (p<0,05) para la emergencia de plantas en días después de la siembra (d.d.s)…….....…. 46

- Gráfico Nº 02: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición de cotiledones (días después de la siembra – d.d.s)…… 48
- Gráfico Nº 03: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición del 1er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c)……..... 50
- Gráfico Nº 04: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición del 2do par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c)……... 52
- Gráfico Nº 05: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición del 3er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c)…… 54
- Gráfico Nº 06: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición del 4to par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c)…….….. 56

Gráfico Nº 07: Prueba de Duncan (p<0,05) para la altura de planta (cm) a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación…… 58

Gráfico Nº 08: Prueba de Duncan (p<0,05) para la altura de planta (cm) a los 7 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación…… 60

Gráfico Nº 09: Prueba de Duncan (p<0,05) para la altura de planta (cm) a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación…. 62

Gráfico Nº 10: Prueba de Duncan (p<0,05) para la altura de planta (cm) a los 119 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 91 días después de la inoculación…….. 64

Gráfico Nº 11: Prueba de Duncan (p<0,05) para el diámetro de tallo evaluadas a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación…….. 66

Gráfico Nº 12: Prueba de Duncan (p<0,05) para el diámetro de tallo evaluadas a los 7 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación…….. 68

Gráfico Nº 13: Prueba de Duncan (p<0,05) para el diámetro de tallo evaluadas a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación……..... 70

Gráfico Nº 14: Prueba de Duncan (p<0,05) para el diámetro de tallo evaluadas a los 112 días, después de la aparición del 1º

par de hojas verdaderas y 84 días después de la inoculación…….. 72

- Gráfico Nº 15: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación……. 74
- Gráfico Nº 16: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de huevos por 20 gr. De raíz……... 77
- Gráfico Nº 17:Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de individuos juveniles y adultos en 20 g de raíz…… 79
- Gráfico Nº 18: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de individuos/100 cc de suelo……..... 81
- Gráfico Nº 19: Prueba de Duncan (p<0,05) el peso fresco de follaje (g)…….……..83
- Gráfico Nº 20: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso seco de follaje (g)……...85
- Gráfico Nº 21: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso fresco de raíz (g)……..... 87

Gráfico Nº 22: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso seco de raíz (g,)……. 89

Gráfico Nº 23: Prueba de Duncan (p<0,05) para el área radicular (cm2)…… 91

Gráfico Nº 24: Prueba de Duncan (p<0,05) para el área foliar (cm2)…… 93

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Fig. Nº 01: Distribución de plantas (unidades experimentales) de los 10 tratamientos en el invernadero…… 35

Fig. Nº 02: Preparación del sustrato……..……..... 36

Fig. Nº 03: Esterilización del sustrato……..…….. 36

Fig. Nº 04: Llenado del sustrato a macetas……..…… 37

Fig. Nº 05: Siembra de semillas a macetas…….. 37

Fig. Nº 06: Conteo de huevos de *Meloidogyne* sp……..…..…. 39

Fig. Nº 07: Huevo viable de *Meloidogyne* sp……... 39

Fig. Nº 08: Inoculación de huevos de nematodos…… 40

Fig. Nº 09: Planta T7, presentando hojas cloróticas……..... 57

Fig. Nº 10: Raíz de la planta T7, presentando nodulaciones de *Meloidogyne*…….…… 57

Fig. Nº 11: Planta T2, mostrándose en etapa de muerte…….. 58

Fig. Nº 12: Planta T2, raíz necrosada……. 58

Fig. Nº 13: Extracción de raíces enfermas de Juan Guerra…….. 121

Fig. Nº 14: Extracción de raíces enfermas de Pinto…… 121

Fig. Nº 15: Planta de Sacha inchi, afectada por Meloidogyne sp…… 121

Fig. Nº 16: Muestra de raíces enfermas…….. 121

Fig. Nº 17: Muestra de raíz totalmente infestada..... 121

Fig. Nº 18: Raíz afectada por el nematodo del nudo……..... 121

Fig. Nº 19: Lavado de Raíces……... 122

Fig. Nº 20: Corte de Raíces…….. 122

Fig. Nº 21: Trituración de Raíces……. 122

Fig. Nº 22: Preparación del hipoclorito de Sodio al 1%..... 122

Fig. Nº 23: Mezcla de raíces trituradas, con NaCl al 1%..... 122

Fig. Nº 24: Agitación por 10 min. Para desprender los huevos de nematodos de las raíces……. 122

Fig. Nº 25: Tamizado de raíces, para colectar huevos de *Meloidoyne* sp……..... 122

Fig. Nº 26: Colecta de Huevos de *Meloidogyne* sp……..… 122

Fig. Nº 27: Conteo de huevos de *Meloidogyne* sp. en la alicuota para definir dosis…….….. 122

Fig. Nº 28: Inóculo a una concentración de 500 indiv./100cc de suelo…….…… 123

Fig. Nº 29: Inóculo de huevos de nematodos *Meloidogyne* sp……...…… 123

Fig. Nº 30: Inoculación de huevos de nematodos *Meloidogyne* sp……...…… 123

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, es un país mega diverso por su riqueza biológica, cultural, étnica e histórica. Es así que nuestro país es reconocido como centro mundial de recursos genéticos, con 182 especies de plantas nativas domesticadas, convirtiéndose en un punto focal para la conservación de recursos fitogenéticos a escala global, pues el mantenimiento de su fitodiversidad es estratégico para la seguridad alimentaria (INIA, 2003).

La biodiversidad también está referida a la amazonía peruana, encontrándose actualmente especial interés en el cultivo de *Plukenetia volubilis* L. "Sacha inchi" debido a la calidad nutricional de sus semillas por su alto contenido de ácidos grasos esenciales (Omega 3, 6 y 9), proteínas y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles); así como por sus posibilidades de industrialización y potencial de rendimiento económico. Es una oleaginosa de la familia Euphorbiacea, que en el Perú se encuentra en los departamentos de San Martín, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios, Junín, Cuzco, Huánuco y Loreto. (SUDIRGEB E.E.A. "El Porvenir" 2005). Es así como el Sacha inchi, se constituye como una valiosa alternativa alimentaria como cultivo alternativo frente a cultivos ilegales y deforestación. Sin embargo, este cultivo presenta alta incidencia del nematodo del nudo *Meloidogyne* sp., que conlleva a una alta mortandad de plantas. La realización de investigaciones para la obtención de genotipos que presenten tolerancia a esta plaga, constituyen un aporte en el avance del conocimiento del

sacha inchi, lo que puede otorgar un mejor aprovechamiento del cultivo, como recurso fitogenético promisorio.

Es así que en el presente trabajo de investigación desarrollado en el marco del Subproyecto “Generación de líneas élites de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), de alta productividad, con alto contenido de aceites omega y tolerantes a nemátodos (*Meloidogyne* spp.) para su cultivo en la región amazónica” se estudiaron 10 accesiones promisorias de la Colección Nacional de Sacha Inchi del SUDIRGEB INIA “El Porvenir” con mayores niveles de tolerancia al nemátodo del nudo *Meloidogyne* sp. bajo condiciones de invernadero, con la finalidad de determinar genotipos tolerantes ocasionados por el fitoparásito.

II. OBJETIVOS

2.1. Determinar accesiones promisorias del sacha inchi (*Plukenetia volubilis.* L), con mayores niveles de tolerancia, a nemátodos fitoparásitos bajo condiciones de invernadero.

UNSM
TARAPOTO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Origen y distribución geográfica

Según Bailey (1949), mencionado por Arévalo (1996) la familia Euphorbiaceae comprende plantas anuales, de importancia ornamental, medicinal, alimentaria e industrial, que se caracteriza principalmente por la presencia de una sustancia lechosa, tipo látex y frutos tricapsulares. Abarca alrededor de 1280 géneros con 8000 especies aproximadamente, y se observa que ya está distribuido en todo el orbe.

El género *Plukenetia* ha sido reportado en Malasia, Nueva Guinea, Bordeo, México, etc. (Biblioteca Conmemorativa Orton 1987). El número de especies reportadas en América tropical varía de 7 a 12 (Stanley, Steyemark, 1949; Hutchinson 1969). En América del Sur, la presencia de *Plukenetia volubilis* L., ha sido registrada en la Amazonía Peruana, Bolivia y las Indias Occidentales (Macbride 1951).

Arévalo (1996), en nuestro país se le ha encontrado en Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, Cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana y Requena), en Putumayo y alrededores de Iquitos y Caballococha, el mismo autor menciona que en San Martín se le encuentra a lo largo de la Cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto Mayo, Bajo Mayo, Sub Cuenca del Cumbaza y en áreas del sector Lamas-Shanusi.

Soukup (1970), mencionado por Arévalo (1996), indica la ingesta de hojas crudas o cocidas por los pobladores nativos de la Amazonía, particularmente los huitotos.

Plukenetia volubilis L. posiblemente cultivada por los incas desde hace 3000 a 5000 años al haberse encontrado en la costa Peruana, en yumbas incaicas, huacos fitomrorfos que presentan al fruto y a la planta trepadora que fue llevada al antisuyo (selva) durante el imperio incaico. (Manco 2008).

3.2. Clasificación Botánica

Según McBride (1951), mencionado por Vela (1995) es la siguiente:

Reyno	:	Vegetal.
División	:	Spermatophyta.
Sub División	:	Angiospermae.
Clase	:	Dicotilodonea.
Orden	:	Euphorbiales.
Familia	:	Euphorbiaceae.
Género	:	*Plukenetia.*
Especie	:	*volubilis* L.

Arévalo (1996**)** indica: Que la especie *Plukenetia volubilis* L. es conocida de acuerdo al idioma o lugar con los siguientes nombres: Sacha inchi, sacha inchic, sacha maní, maní del monte, maní del inca, inca peanut.

3.3 Características Generales

3.3.1 Morfología:

Según Valles, (1991), afirmó que la planta es voluble, de abundantes hojas y ramas y alcanza una altura de la planta que la soporta. Su floración se inicia a los 3 meses de realizado el trasplante, completándose el desarrollo de sus frutos a los 4 meses después, y iniciándose la cosecha a los 8 meses. Es tolerante a suelos ácidos.

Cornejo y Valles (1991), reportaron que el sacha inchi tiene hojas acorazonados de 10 a 12 cm. de largo y 8-10 cm. de ancho, las nervaduras nacen en la base y la nervadura central orientándose al ápice, las flores masculinas son pequeñas, blanquecinos y dispuestos en racimos y en la base del racimo se encuentra una sola flor femenina, la germinación indican que se inicia a los quince días, como tutor se puede recomendar a la "amasisa" *Erytrina* sp. y distancia de siembra observada es de 3.00 m. X 3.00 m. entre planta y planta.

La floración se presenta a los cinco meses de la germinación, la fructificación a los siete meses, de ahí la floración y fructificación es simultaneo y continúa durante todo el año, la cosecha puede ser semanal o quincenal para evitar pérdidas por dehiscencia.

3.3.2. Producción y Rendimiento:

Cornejo y Valles (1991), reportan que la producción comercial se estabiliza a los 14 meses por otra parte Valles (1991), nos dice que el rendimiento promedio de *Plukenetia volúbilis* oscila entre 2 a 3.5 toneladas / ha. la planta silvestre produce por más de 10 años, pero se recomienda, por su vida útil y productiva 5 años.

3.3.3. Manejo del cultivo:

El cultivo y el manejo agronómico en general es accesible a los niveles de tecnología agrícola utilizados actualmente por los agricultores de la Amazonía, no requiere de grandes inversiones en equipos, semillas, insecticidas, nutrientes, etc. Por ser una planta nativa, rústica y resistente perenne ya que según el manejo agronómico, produce de 3 a 5 años con cosechas quincenales a partir del noveno mes de su siembra, con fines agroindustriales, esta planta requiere un manejo agronómico sostenible (Valles 1991).

3.4 Condiciones Generales que debe cumplir una buena semilla

3.4.1 Energía Germinativa

Según Vargas (2008), tomado por Córdova (1976), la energía germinativa está determinada por la rapidez y la uniformidad de la germinación de la semilla .Es importante tener en cuenta que la semilla tiene una germinación rápida y al mismo tiempo que el mayor número de ellas lo hagan en el menor tiempo posible. La rapidez es muy importante porque se realiza una mejor explotación de semillas germinadas, casi al mismo tiempo. Numéricamente se dice que la semilla tiene una buena energía germinativa, cuando las dos terceras partes (2/3) de las semillas germinan en un tercio (1/3) del total de los días que dura la germinación.

Los días se cuentan a partir de la fecha en que germina la primera semilla y se da por terminado cuando dos días seguidos no germinan mas semillas. Para evitar confusiones y facilitar las contadas, es conveniente eliminar cada día las semillas germinadas.

3.5 Importancia del cultivo en el país y la región.

Cornejo y Valles (1991), en nuestro país el cultivo de sacha inchi se ha observado en las localidades en Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, Requena, Yurimaguas; Masisea, Alto y Bajo Mayo.

Valles (1987), reportó que el sacha inchi o maní de monte o maní del inca, tiene la ventaja de ser una planta de amplia distribución en la Amazonia Peruana, es de tipo voluble, trepadora y semi-leñosa, pertenece a la familia de las Euphorbiceae, es un cultivo perenne con frutos ubicados en cápsulas dehiscentes, lo frutos son marrón oscuro a la madurez de forma ovalada de 1.50 cm a 2.00 cm. de diámetro, ligeramente abultado en el centro aplastado hacia los bordes.

Arévalo (1996), informó que ha observado crecer al cultivo de sacha inchi en suelos ácidos y en aluviales de la Región San Martín, además agregó que los nativos lo consumen tostado, cocido con sal y como ingrediente de diversos platos típicos.

El Sacha inchi, tiene aptitud agronómica e industrial a favor de la población de la Selva alta y baja y conlleva a la posibilidad de usarlo en reforestación para su incorporación a la producción agrícola en suelos erosionados. Estimaciones técnicas de pruebas industriales indican la factibilidad de extraer una tonelada de aceite/ha/año que se incrementa a través del tiempo y una tonelada de torta/ha/año.

Hazen y Stodwesand en Cornell (USA) y Uclos en Florida (USA), encontraron que la almendra de Sacha Inchi contiene porcentajes de grasa y proteína ligeramente superiores a los cultivos de Soya, Maní, Girasol y Algodón.

3.6. Nemátodos

Según Canto (2005), los nemátodos fitoparásitos son animales multicelulares, generalmente microscópicos que poseen los principales sistemas fisiológicos, con excepción del respiratorio y del circulatorio. Al no tener sistema respiratorio el transporte gaseoso se da a través de la cutícula, de allí que los asfixiantes cumplen un papel muy importante en su control.

3.7 Clasificación del phylum nemata (Canto)

Clase: Adenophorea

Ordenes:

Choromadorida
Alaeolaimida
Monhysterida
Desmocolecida
→ Acuáticos o habitantes de lugares húmedos; muchos son marinos, bacteriófagos, parásitos de algas y/o predatores.
Generos: Plectus, Ethnolaimus, Monohystera, Trypilla, Wilsonema y Alaimus son comunes en el suelo.

Enoplida
Dorylaimida
→ Bacteriófagos, predatores, parásitos de algas, pocos fitoparásitos de raíces.

Mononchida
Isolaimida
→ Mayormente predatores

Trichosyringida
Trichinellida
→ Parásitos de animales, algunos grupos requieren de transportadores u hospedantes intermediarios.

Dioctophymatyda

Clase: Secernentea

Ordenes:

Tylenchida → Parásitos de hongos, plantas, insectos pocos

Rhabditida → Mayormente bacteriófagos, pocos parásitos de animales.

Strongylida
Ascaridida → Parásitos de animales, algunos requieren de un hospedante intermediario.

Spirurida → Parásitos de animales, requieren de un hospedante intermediario.

3.8 Importancia de los nemátodos

3.8.1 Presentan amplia distribución en el mundo, desde los polos hasta la mayor variedad de climas.

3.8.2 Son polífagos: un nematodo puede tener varios hospedantes y una planta puede ser atacada por tener varios géneros y especies de nemátodos.

3.8.3 Son de fácil diseminación; aún cuando su diseminación en forma activa no es eficiente, varios agentes ayudan a diseminarlos en forma pasiva.

3.8.4 Difícil erradicación; en condiciones naturales es casi imposible la erradicación. La solución está en disminuir las poblaciones para que no causen daño económico.

3.8.5 Reducen el rendimiento o calidad del producto aprovechable.

3.8.6 Predisponen a las plantas a factores bióticos (susceptibilidad a hongos, bacterias, virus, etc.) y factores abióticos (susceptibilidad a sequías, altas temperaturas, etc.).

3.8.7 Pasan desapercibidos; generalmente sus efectos pasan desapercibidos por tener tamaño microscópico y porque los síntomas que causan no siempre son visibles o específicos (no matan a la planta pero si bajan su rendimiento).

3.9 Nemátodos de Mayor Importancia

3.9.1 A nivel mundial; Según Passer y Freckman (1987) tomado de CANTO (2005), según cuadro de importancia de nematodos en américa latina y el mundo a Meloidogyne como el mayor importancia por los daños que ocasionan en los cultivos agrícolas.

3.9.2 A nivel nacional; *Meloidogyne*, es el principal nemátodo en el Perú, se le conoce como “Nematodo del Nódulo de la raíz o nematodo del nudo”, es polífago y de amplia distribución, se le puede encontrar en cultivos como camote, papa, tomate, hortalizas, algodón, leguminosas, frutales, ornamentales, caña de azúcar, tabaco, sacha inchi y entre muchos otros. En este género hay especies de climas cálidos y fríos. Puede ser encontrado en la costa, sierra y selva.

3.10 El Género *Meloidogyne*

3.10.1. Clasificación taxonómica

CLASE	:	SECERNENTEA
SUB CLASE	:	ENOPLIA
ORDEN	:	TYLENCHIDA
SUB-ORDEN	:	TYLENCHINA
SUPERFAMILIA	:	TYLENCHOIDEA
FAMILIA	:	HETERODERIDAE
GÉNERO	:	MELOIDOGYNE
ESPECIE	:	*Meloidogyne* spp.

3.10.2. Importancia

Meloidogyne spp. Son considerados los nemátodos de mayor importancia en el mundo debido a las grandes pérdidas que puede ocasionar al afectar las raíces de numerosos hospedantes con que cuenta (Hortalizas, Frutales, Leguminosas; etc). Este nemátodo produce nódulos en las raíces, atrofiándolas e interfiriendo con su buen funcionamiento. En la parte aérea se puede apreciar amarillamiento, marchites y crecimiento retardado (Torres, 2003).

3.10.3. Características Generales

Según Goeldi, (1887). tomado de Volcy, (1998), afirma que Meloidogyne hembra de cuerpo esférico, ovoide o de saco que no se transforma en quiste, cutícula delgada o gruesa, transparente y sin capa subcristalina el estilete mide de 13 a 16 micras de largo y poro excretor anterior al metacorpus. Dos ovarios enrollados dirigidos hacia delante, vulva terminal muy cerca al ano, a veces sobre una pequeña protuberancia, huevos depositados en matriz gelatinosa el segundo estado juvenil vermiforme con cabeza cónica no contrastada y poco esclerotizada, estilete corto y delgado, glándula esofageal con traslape ventral, cola puntuda. Macho de tamaño largo, armadura cefálica desarrollada, estilete fuerte, esófago poco diferenciado o degenerado, cola redondeada, espícula casi terminal y sin bursa. Número básico de cromosomas n = 18, es cosmopolita y polífago. Especie tipo: *M. exigua* (Goeldi, 1887) Chitwood, 1949. Nombre común: nematodo de las agallas, nematodo de los nudos radicales o nematodo nodulador.

La longitud promedio de las hembras adultas de las especies de *Meloidogyne* fluctúa alrededor de 0.44 a 1.3 mm y el ancho promedio fluctúa entre 0.325 a 0.7 mm. Las hembras de la mayoría de las especies tienen cuerpos simétricos; es decir, hay una línea (supuesta) que va de la vulva al estilete, atravesando la mitad del cuerpo. Muchas ilustraciones en las descripciones originales de *M. ottersoni, M. spartinae, M. acronea, M. graminis* y *M.megriensis* presentan hembras que tienen cuerpos de forma general. El

cuerpo de la hembra no es simétrico; es decir, el cuello no está ni cerca ni en el centro de la línea central del cuerpo, sino distintivamente a un lado, de modo que las líneas centrales del cuello y el cuerpo forman un ángulo de por lo menos 15º a mas de 90º en algunos especímenes (Taylor y Sasser, 1983).

Según Agrios, (1994), menciona: que los nemátodos adultos macho y hembra del nódulo de las raíces (*Meloidogyne* sp.) son fáciles de distribuir morfológicamente. Los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 mm de largo por 30 a 36 mm de diámetro. La hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximadamente de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 mm a 0.75 mm. Cada hembra deposita aproximadamente 500 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce.

3.10.4 Citogénesis

El sistema reproductivo de la hembra en las especies de *Meloidogyne* consiste en dos ovarios, cada uno con una zona germinal, zona de crecimiento, oviducto, espermatoteca y útero. El útero conduce a una vagina común. El sistema reproductivo se forma de un primordio genital de cuatro células del segundo estadio larval y se desarrolla a través del tercero y cuarto estadios larvales (Triantaphyllou, 1962).

En el extremo distal del sistema reproductivo adulto, existen células que se dividen muchas veces formando oogonios con el número somático (2n) de cromosomas. Los oogonios más avanzados cesan de dividirse y se convierte

en oocitos, los cuales pasan a través de una larga zona de crecimiento, volviéndose más largos y movilizándose uno por uno a través del oviducto y la espermatoteca. Se produce otra división mitótica, los huevos se tornan ovalados y forman una cascara flexible. Finalmente pasan a través de la vagina y son depositados, en estado unicelular, en la masa de huevos (Triantaphyllou, 1962).

Esta clase de reproducción se llama partenogénesis (mitótica) y es muy común en *M. incognita, M. javanica, M. arenaria,* algunas poblaciones de *M. hapla* y otras especies. Se conservan el número diploide de cromosomas. El esperma no es necesario para el desarrollo del huevo y no ocurre fertilización, aún cuando la espermatoteca contiene esperma (Triantaphyllou, 1962).

3.10.5 Anatomía

Según Agrios, (1994), menciona que: el cuerpo de un nemátodo es más o menos transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías u otros detalles. Esta cutícula presenta la muda cuando los nemátodos pasan a través de sus etapas larvarias sucesivas. Dicha cutícula se produce por la hipodermis, la cual consta de células vivas y se extiende en la cavidad del cuerpo a manera de 4 cordones que separan 4 bandas de músculos longitudinales. Estos músculos permiten que el nemátodo pueda moverse. En la boca y a lo largo del tracto digestivo y de las estructuras reproductoras hay otros músculos especializados.

3.10.6. Ciclos de vida

Según Agrios, (1994)**,** el ciclo de vida de la mayoría de los nemátodos fitoparásitos es, por lo general, bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a la de los nemátodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye mediante una muda. Todos los nemátodos tienen cuatro etapas larvarias y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nemátodos se diferencian en hembras y machos adultos. La hembra puede entonces producir huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o, en ausencia de machos, partenogenéticamente, o bien produce esperma por sí misma.

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de 3 ó 4 semanas bajo condiciones ambientales óptimas, en especial la temperatura, pero tardará más tiempo en concluir en temperaturas frías. En algunas especies de nematodos la primera o segunda etapa larvaria no puede infectar a las plantas y sus funciones metabólicas se realizan a expensas de la energía almacenada en el huevecillo. Sin embargo, cuando se forman las etapas infectivas, deben alimentarse de un hospedante susceptible o de lo contrario sufren inanición y mueren.

La ausencia de hospedantes apropiados ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nematodos al cabo de unos cuantos meses,

pero en otras especies las etapas larvarias pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años.

Según Arguello y Rueda, (2007), durante su vida reproductiva, cada hembra puede depositar entre 6000 y 11000 huevos, dependiendo de las condiciones del suelo, esencialmente la temperatura, el grado de saturación del agua, el tipo de suelo y la disponibilidad de alimento.

Taylor y Sasser, (1983), después de dejar la masa de huevos, la larva se mueve a través del suelo en busca de una raíz que pueda alimentarse. Parece que la búsqueda es al azar hasta que la larva se acerca a unos cuantos centímetros de una raíz. Luego guiada por alguna sustancia que emana la raíz, se va trasladando directamente hacia la punta radicular.

Agrios, (1995), menciona también que la mayor concentración de nemátodos en la región apical de la planta se debe principalmente a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizósfera. A esto debe de añadirse el denominado efecto del factor de incubación de las sustancias que se originan en la raíz y se difunden en los alrededores del suelo estimulando notablemente la incubación de los huevecillos.

3.10.7. Ecología y Distribución

Según Agrios (1994), la mayoría de los nemátodos fitopatógenos viven parte de su vida en el suelo. La mayor parte de ellos vive libremente en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas,-pero aún en el caso de los nemátodos sedentarios especializados, los huevecillos, las etapas larvarias preparásitas y los machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella. La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la supervivencia y al movimiento de los nematodos en el suelo.

Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad, aunque cabe mencionar que su distribución en los suelos cultivados es irregular y es mayor en torno a las raíces de las plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen hasta profundidades considerables (de 30 a 150 cm o más). La mayor concentración de nemátodos en la región radical de la planta hospedante se debe principalmente a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizósfera.

A esto debe añadirse el denominado efecto del factor de incubación de las sustancias que se originan en la raíz y se difunden en los alrededores del suelo estimulando notablemente la incubación de los huevecillos de ciertas

especies. Sin embargó, la mayoría de los huevecillos de los nematodos se incuban libremente en el agua en ausencia de cualquier estímulo especial.

Los nemátodos se distribuyen en el suelo muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nemátodo probablemente no excede de un metro por estación. Se mueven con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de este están llenos de una película delgada (de unos cuantos mícrómetros) de agua cuando él suelo se encuentra inundado. Sin embargo, además de su movimiento propio, los nemátodos se distribuyen con gran facilidad a través de todo lo que se mueve y pueda llevar partículas del suelo.

El equipo agrícola, la irrigación, el agua inundada o de drenaje, las patas de los animales y las tolvaneras distribuyen a los nemátodos en áreas locales, mientras que a grandes distancias los nemátodos se distribuyen principalmente por los productos agrícolas y las plantas de los viveros. Los pocos nematodos que atacan a los órganos aéreos de las plantas no sólo se mueven en el suelo en la forma anteriormente descrita, sino también son salpicados hasta las plantas por las lluvias o el riego excesivo, o suben por sí mismos a las superficies húmedas dé las hojas o tallo de las plantas. Se dispersan además cuando los órganos de las plantas infectadas entran en contacto con las plantas sanas adyacentes (Agrios, 1994).

Lastres (2007), las larvas suelen encontrar alimento rápidamente porque las hembras ovipositan cerca de las raíces más jóvenes y los exudados de las

raíces son reconocidos a través de los labios de los nemátodos, determinando si se trata de una planta hospedera o no. Los nemátodos se mueven lentamente a través de los espacios que se forman entre las partículas del suelo aprovechando la humedad del mismo para desplazarse mediante movimientos ondulantes.

3.10.8 Síntomas

Talavera (2003), hay que indicar que la resistencia natural que presentan algunas plantas hacia el ataque del nemátodo del nudo es muy frágil, esto debido, a que parásito es capaz de romper la resistencia generada por el gen MI en las plantas.

Según Agrios (1994), los nemátodos que infectan a las plantas producen síntomas tanto en las raíces cómo en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas de esta última y pudriciones de la raíz cuando las infecciones por nemátodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatógenos. Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje» el marchitamiento excesivo en tiempo cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos.

Algunas especies de nematodos invaden los órganos aéreos de las plantas más que las raíces, y en ellos producen agallas, pudriciones y lesiones necróticas, retorcimiento o deformación de las hojas y tallo y un desarrollo anormal de los verticilos florales. Algunos nematodos atacan a los granos o gramíneas formando agallas llenas de ellos mismos en vez de semillas.

Agrios (1995) y Martanez (2005); nos dicen que los síndromes de las enfermedades de las plantas producidas por los nemátodos son complejas. Las especies que se alimentan de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes disponibles del suelo y de esta manera producen síntomas de deficiencia de agua y nutrientes en los órganos aéreos de ellas como pérdida de vigor, reducción de largo de brotes, entrenudos cortos, hojas pequeñas, clorosis, etc.

Christie (1974), donde dice que a pesar de que las raíces presenten vesículas no significa, por necesidad, que se retarde gravemente el desarrollo de la planta. Cuando son favorables las condiciones de desarrollo, especialmente con abundante humedad y fertilidad, algunas plantas pueden contener una infestación importante sin que se afecte seriamente su desarrollo.

3.10.9 Cómo afectan los nematodos a las plantas

Según Agrios (1994), los nemátodos dañan a las plantas sólo ligeramente mediante los daños mecánicos directos que producen en ellas en el momento de alimentarse. Parece ser que la mayoría de los daños son ocasionados por una secreción de saliva que el nemátodo inyecta en la planta mientras se alimenta de ella. Algunas especies de nemátodos se alimentan con gran rapidez; perforan la pared celular, inyectan saliva en la célula, succionan parte dé los contenidos de esta última y se mueven en él interior de ella a cabo de unos cuantos segundos: Sin embargo, otras especies se alimentan con menos rapidez y pueden permanecer en el mismo punto de entrada a la célula durante varias horas o días. Estos nemátodos así como las hembras de las especies que se establecen permanentemente en o sobre las raíces, inyectan saliva en forma intermitente mientras se están alimentando.

El proceso de alimentación hace que las células vegetales afectadas reaccionen causando la muerte o el debilitamiento de las yemas y puntas de la raíz, la formación de lesiones y degradación de los tejidos, hinchamientos y agallas de varias clases y tallos y follajes retorcidos y deformados. Algunos de estos síntomas se deben a la disolución de los tejidos infectados por las enzimas del nemátodo, las cuales con o sin la ayuda de metabólicos tóxicos producen la muerte dé las células y la desintegración de los tejidos. Otros se deben al alargamiento anormal dé las células (hipertrofia), al cese de la división celular o a la estimulación de ella que se efectúa en una forma

controlada, dando como resultado la formación de agallas o de una, gran cantidad de raíces laterales en o cerca de los puntos de infección.

Los síndromes de las enfermedades de las plantas producidas por los nemátodos son complejos. Las especies que se alimentan de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes del suelo y de esta manera producen síntomas de deficiencia de agua y nutrientes en los órganos aéreos de ellas. En algunos casos, sin embargo, son las interacciones bioquímicas entre la planta y el nemátodo las que afectan negativamente la fisiología total de las plantas y la función de los nemátodos de proporcionar los puntos de entrada para otros patógenos, a lo que se deben principalmente los daños que sufren las plantas; los daños mecánicos o la obtención del alimento de las plantas por los nemátodos es, en general, menos importante, pero puede adquirir importancia cuando las poblaciones de estos fitopatógenos son muy grandes.(Agrios, 1994).

Christie (1974), si la planta es un huésped adecuado, no evolucionan las células cercanas a la cabeza del parásito, hasta lo que, normalmente, hubieran sido xilema, floema y otros elementos de un cilindro central. Bajo la influencia del estímulo que provoca la secreción que inyectan por medio del estilete, se forman las llamadas “células gigantes”. Hablando estrictamente éstas no son células sino masas de protoplasma, más o menos desnudas, de las que se alimentan los nemátodos. La formación de células gigantes (Hiperplasia), por estímulo, no es el único efecto que producen los parásitos

en los tejidos que los rodean. La proliferación e hipertrofia de las células corticales da por resultado la formación de las conocidas dilataciones o vesículas. Estas raíces se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas.

Christie (1974), los nemátodos formadores de nódulos de la raíz dañan a las plantas al debilitar las puntas de las raíces y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva. En las raíces infectadas por algunas de las especies de este nemátodo se forman, además de agallas o vesículas, la producción de varias ramificaciones cortas de la raíz cerca de la región de la invasión, las cuales nacen en la parte superior de la agalla formando un sistema radicular denso y tupido, mostrándose una combinación de vesículas y de raíces en escobilla.

Talavera (2003), menciona que: La infección de las raíces produce engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que albergue.

Agrios (1995), los síntomas característicos en los órganos aéreos de las plantas afectadas por este nemátodo aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, una menor producción de plantas y una baja calidad de sus productos; debiéndose considerar también que algunas plantas no se ven afectadas al inicio de la infección.

Christie (1974), las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la estación de crecimiento y rara vez son destruidas prematuramente por la enfermedad. Siendo los síntomas más característicos de la enfermedad los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas.

Gaviria (1999), fisiológicamente las plantas absorben mayor cantidad de agua y aumentan su elongación, como respuesta inicial al ataque de nemátodos.

Agrios (1995) y Talavera (2003), las plantas infestadas por *Meloidogyne spp.*, muestran síntomas en los órganos aéreos similares a los producidos por enfermedades radiculares, disminuyendo el volumen de agua disponible para la planta, mostrando una mayor cantidad de hojas pequeñas, desarrollo deficiente, amarillamiento, marchitamientos; los frutos y las inflorescencias se atrofian reduciendo la producción.

3.11 Taxonomía e identificación de especies de *Meloidogyne*.

Según Taylor y Sasser (1983), la revisión taxonómica históricamente más importante sobre el género data del año 1949 con los trabajos de Chitwood quién lo redefinió y consideró 5 especies: *M. exigua, M.arenaria, M. javanica, M. incognita y M. hapla*. Aunque existen en la actualidad mas de 70 especies, la mayor parte de los daños es ocasionada por una de éstas 5 especies, incluso muy a menudo por *M. incognita* y *M. javanica.*

La morfología básica de las especies de *Meloidogyne sp* es bastante similar; sin embargo, existen ciertos caracteres distintivos que son de utilidad en la diferenciación de ellas (Sosa, 1983 y Chytwood, 1949).

Los 3 caracteres que se consideran para la identificación de este género incluyen: La morfología del modelo perineal, la morfología de la cabeza de hembras, machos y juveniles del segundo estadío y la morfología del estilete de hembras y machos y su distancia al ducto de la Glándula dorsal esofágica (G.D.E). Los modelos perineales son una característica de las hembras y la forma de la cabeza de los machos, parecen ser los caracteres más útiles. La morfología del estilete es también confiable pero puede ser usada solamente en espeíimenes que son preparados convenientemente y observados en posición lateral precisa (Sosa, 1983 y Chytwood, 1949).

Según Taylor y Sasser (1983). Para la identificación rutinaria de especies, se debe utilizar principalmente los caracteres morfológicos de la hembra, y combinarlos cuando sea posible con los del macho o del segundo estado juvenil. Con tiempo y recursos, las pruebas de hospederos diferenciales y las técnicas de biología molecular son herramientas que reconfirman la identificación por los procedimientos de comparación morfométrica.

El corte o patrón perineal, algo parecido a la huella dactilar, es el carácter taxonómico más utilizado a pesar de su alta variabilidad intraespecífica. Consiste en un conjunto de líneas cuticulares en la región del ano y de la

vulva de las hembras adultas cuando estas son observadas en corte transversal. El patrón está conformado por dos sectores con estrías: el dorsal y el ventral, separados entre sí por líneas laterales. En consecuencia, las especies se identifican por una combinación de rasgos del patrón tales como la forma del arco dorsal, la notoriedad de las líneas laterales, la presencia de puntuaciones en la región anal, la abundancia o escasez de estrías, su aspecto ondulado o quebrado, etc. (Taylor y Sasser, 1983)

3.12 El cultivo de sacha inchi y el nematodo del nudo (*Meloidogyne sp*.)

3.12.1 Susceptibilidad de sacha inchi al nematodo *meloidogyne* sp.

Cuadro 1: Accesiones de Sacha Inchi del INIA – San Martín y su susceptibilidad al nemátodo del nudo (*Meloidogyne incognita).*

ACCESIÓN	SUCEPTIBILIDAD a ***Meloidogyne incognita***
PER000395	**Alta a muy Alta**
PER000396	**Baja a Intermedia**
PER000409	**Alta**
PER000415	**Alta a muy Alta**
PER000416	**Intermedia a Alta**
PER000397	**Intermedia a muy Alta**
PER000420	**Baja a Intermedia**
PER000394	**Intermedia a Alta**
PER000406	**Alta a muy Alta**

FUENTE: (INIA – 2008) .

3.12.2 Daños ocasionados por los nematodos en el cultivo de sacha inchi

Nematodos. Los nemátodos fitoparásitos son animales multicelulares generalmente microscópicos, que dañan las raíces de las plantas reduciendo su capacidad de absorción de agua y de los nutrientes disponibles en el suelo.

Agente Causal: *Meloidogyne* sp.

El cultivo de sacha inchi muestra una alta susceptibilidad al ataque de nemátodos, habiéndose identificado a *Meloidogyne incógnita*, como principal agente causante de nódulos de la raíz.

Daños Causados:

Este nemátodo fitoparasitario daña a las plantas de Sacha Inchi al debilitar las puntas de la raíz y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva, pero principalmente al inducir la formación de hinchamientos en las raíces, privando a la planta de sus nutrientes.

Síntomas:

En los órganos aéreos se observa:

- Desarrollo deficiente de las hojas.
- Clorosis del área foliar que tiende a marchitarse cuando el clima es cálido.
- Frutos son de baja calidad.

Las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la fase de crecimiento y rara vez son destruidas prematuramente por el nemátodo.

En los órganos subterráneos los síntomas más característicos son:

- Hinchamiento de la zona de invasión.
- Se desarrollan agallas típicas del nódulo de la raíz, alcanzando un diámetro dos a tres veces mayor que las raíces sanas.
- Producción de infecciones sobre la misma raíz cuando ingresan hongos al suelo como Fusarium. (Manco, 2008)

3.12.3 Diagnostico

Según Márquez (2007), en el trabajo realizado "Diagnóstico y niveles de inóculo del nemátodo que afecta a la raíz de sacha inchi *(Plukenetia volubilis)* en el Perú"**.** Para La extracción se hizo por el método de la bandeja, encontrándose la presencia del género *Meloidogyne sp*. , tanto en suelo (72 indiv/100 cc de suelo) y en las raíces (432 juveniles /5 g. de raíz). Para el efecto de niveles de inoculo en el daño radicular, se inoculó tres concentraciones de huevos (inóculo) de *Meloidogyne sp.* (50, 100 y 150 huevos / 100 cc de suelo), más los testigos sin inóculo y con suelo infestado naturalmente (SIN).

La extracción de los huevos del nemátodo de raíces con nódulo fue por el método del Hipoclorito de sodio al 0,5%. Con 50 huevos /100 cc de suelo

hubo buen crecimiento de la planta con una tasa de 4.19cm/ semana. La tasa de crecimiento de las plantas y el número de nódulos por raíz fue directamente proporcional a la cantidad de huevos inoculados. Mientras que en la longitud de las raíces ocurrió lo contrario alcanzando solo entre 1952 – 2403 mm en comparación al testigo con SIN (3329 mm), así mismo con este testigo, se encontraron 873 juveniles /5 g. de raíz, seguido del tratamiento con 150 huevos / 100 cc de suelo donde se encontraron solo 13 juveniles/ 5 g. de raíz, en los demás tratamientos se encontraron juveniles.

En cuanto a la población de huevos fue directamente proporcional a la cantidad de huevos inoculados, siendo el testigo con SIN el que mantuvo 3073 huevos /5 g. de raíz, y el tratamiento con 50 huevos /100 cc de suelo, mantuvo tan solo 82 huevos /5 g. de raíz.

Para conocer con certeza si la enfermedad es causada por nemátodos, debe realizarse un análisis nematológico en laboratorios especializados, iniciándose con el muestreo que es un paso importante. Para esto se toman la muestras tanto dentro del área afectada, en el limites y en el área aparentemente no afectada seguido por el procesamiento e identificación de los nematodos.

Una vez realizado el análisis, se correlaciona los datos y en este caso las poblaciones mayores deben estar en el área afectada y si es lo contrario

puede deberse a otros factores (Quispe, 2008). En el cuadro 2, se muestra, la escala de evaluación.

Cuadro 2: Escala de evaluación de *Meloidogyne* propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne*

Grado	Número de Nódulos
0	0
1	1 – 2
2	3 – 10
3	11 – 30
4	31 – 100
5	+ de 100

Fuente: Quispe, 2008

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material vegetal

Se utilizaron 10 accesiones promisorias de la Colección Nacional de Sacha Inchi de la Subdirección de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental Agraria "El Porvenir"- INIA; en el marco del desarrollo del Sub-Proyecto "Generación de líneas élites de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), de alta productividad, con alto contenido de aceites omega y tolerantes a nemátodos (*Meloidogyne* spp.) para su cultivo en la región amazónica".

4.2. Metodología

4.2.1 Ubicación del Experimento

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el vivero, bajo condiciones ambientales de la Estación Experimental Agraria "El Porvenir", ubicado en el km 14,5 Carretera Sur "Fernando Belaunde Terry" – Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región de San Martín, se inició entre los meses de marzo de 2007 a noviembre de 2008.

a). Ubicación Geográfica.

Longitud Oeste : 76º 5'

Latitud Sur : 6º 35'

Altitud: 232 m.s.n.m

b). Ubicación Política.

Distrito: Juan Guerra

Provincia: San Martín

Región: San Martín

4.2.2. Componentes en estudio

a. Las 10 accesiones promisorias de la Colección Nacional de Sacha Inchi de la Subdirección de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental Agraria "El Porvenir"- INIA.

4.2.3. Tratamientos en estudio

Cuadro 3: Material genético estudiado.

Tratamiento	Accesión	CODNAC	Procedencia
T1	Accesión 01	PER000394	Shilcayo - San Martín
T2*	Accesión 02	PER000395	Pinto Recodo - Sa Martín
T3	Accesión 03	PER000396	Cumbaza- San Martín
T4	Accesión 04	PER000397	Barranquita - San Martín
T5	Accesión 05	PER000405	Capelo - Loreto
T6	Accesión 06	PER000406	Requena - Loreto
T7	Accesión 07	PER000409	Putumayo - Loreto

T8	**Accesión 09**	**PER000415**	**Brasil**
T9	**Accesión 10**	**PER000416**	**Chazuta - San Martín**
T10	**Accesión 11**	**PER000420**	**Alto Nanay - Loreto**

4.2.4. Características del área experimental

a). Diseño experimental

Para el análisis estadístico de todas las variables estudiadas, se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA), con 3 repeticiones y 10 tratamientos, utilizándose 5 unidades experimentales.

b). Diseño del área experimental

Croquis: Distribución de los tratamientos en vivero**.**

Bloques	**TRATAMIENTOS**									
I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
II	T9	T7	T4	T8	T5	T2	T3	T6	T10	T1
III	T7	T6	T8	T10	T9	T2	T1	T3	T5	T4

Fig. Nº 01: Distribución de plantas (unidades experimentales) de los

Cuadro 4: Datos meteorológicos - Temperatura 2007 – 2008

Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media		
	2007	**2008**		**2007**	**2008**		**2007**	**2008**
Noviembre	32.4	32.7	Noviembre	20.7	22.2	Noviembre	25.6	26.6
Diciembre	33.2	33.9	Diciembre	21.2	22.1	Diciembre	26.1	28
Enero	36.6	32.8	Enero	21.9	21.2	Enero	27.7	27.2
Febrero	34.9	32.2	Febrero	21.8	21.2	Febrero	28.3	26.4
Marzo	32.5	30.9	Marzo	20	21.6	Marzo	26.3	25.8
Abril	31.6	31.8	Abril	20.1	21.3	Abril	26	26.3
Mayo	31.8	32	Mayo	19.1	20.5	Mayo	26	25.8
Total promedio	**33.3**	**32.3**		**36.2**	**21.4**		**26.6**	**46.5**

Fuente: Estación Experimental Agraria El Porvenir INIA – Juan Guerra

Cuadro 5: Datos meteorológicos - Precipitación 2007 – 2008

Precipitación			Humedad Relativa		
	2007	**2008**		**2007**	**2008**
Noviembre	159.7	133.7	Noviembre	80	67
Diciembre	11.2	21.8	Diciembre	74	68
Enero	68	59.4	Enero	84	71
Febrero	39.5	173.1	Febrero	77	75
Marzo	242.8	108.3	Marzo	82	80
Abril	87.3	64.1	Abril	88	77
Mayo	174.6	65.3	Mayo	81	77
Total Promedio	**111.9**	**156.4**		**80.8**	**73.6**

Fuente: Estación Experimental Agraria El Porvenir INIA – Juan Guerra

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA (INIA)
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
REPORTE DE ANALISIS

ANALISIS DE SUELOS - CARACTERIZACION

Nº Solicitud :	AS037-07

SOLICITANTE :	INCAGRO - TESIS MELIZA
PROCEDENCIA:	JUAN GUERRA
EXPERIMENTO:	SACHA INCHI SUSTRATO

EXPTO: TOLERANCIA DE 10 ACCESIONES A MELOIDOGYNE

FECHA DE MUESTREO	28/11/2007
ENTRADA AL LABORATORIO	28/11/2007
FECHA DE REPORTE	09/12/2007

Número de la muestra				pH	C.E dS/m	$CaCO_3$ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANALISIS MECANICO				D.Ap. g/cm3	CICe	CATIONES CAMBIABLES					Acidez Cambiable %	Bases Cambiables %
											Arena	Arcilla	Limo	CLASE TEXTURAL			Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Al^{3+}		
Codigo Lab.			Usuario								%						meq/100						
185	11	2007	M 1	7,8	0,28	0,00	5,287	0,238	5,27	285,9	41,80	32,90	25,30	Fco. Arc.	1,34	25,04	20,57	3,74	0,73	0,00	0,00	0,00	100

METODOLOGIA:

TEXTURA	: HIDROMETRO
pH	: POTENCIOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	: CONDUCTIMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CARBONATOS	: GASO - VOLUMETRICO
FOSFORO	: OLSEN MODIFICADO EXTRACT. $NaHCO_3$=0.5M, pH 8.5
POTASIO	: ABSORCION ATOMICA EXTRACT. $NaHCO_3$=0.5M, pH 8.5
MATERIA ORGANICA	: WALKLEY Y BLACK
CALCIO Y MAGNESIO	: VERSENATO-EDTA EXTRACT. KCl 1N
ALUMINIO	: EXTRACT. KCl 1N

.....
JUAN CARLOS LOPEZ UCARIEGUE
(e)Laboratorio de Aguas y Suelos
EEA. "El Porvenir"

El sustrato se esterilizó en una olla autoclave a 120ºC a 15 libras de presión por 45 minutos.

Fig. Nº 03: Esterilización del sustrato

4.2.4 Instalación del Experimento

La siembra de las 10 accesiones promisorias evaluadas se realizó en macetas de arcilla de 1.5 kg. conteniendo la mezcla de sustrato 3:1 y esterilizada, colocadas sobre camas preparadas a base de bambú, de acuerdo a la distribución del croquis experimental.

Fig. Nº 04: Llenado del sustrato a macetas.

Fig. Nº 05: Siembra de semillas a macetas.

4.2.5. Manejo Agronómico

El manejo agronómico de las accesiones fue tradicional, con riego manual según las necesidades del cultivo (tres veces por semana), se aplicó abono foliar y fungicida (Kling 20-20-20, 25 g/20 l; Antracol 500g /200 l de agua, respectivamente) para la fertilidad y mantenimiento de sanidad.

4.2.6 Extracción de Nemátodes (huevos e individuos) en Raíces

Se realizaron utilizando el método de Hipoclorito de Sodio al 1%, tal como sigue:

Las muestras de raíces infestadas de nemátodes se lavaron con agua corriente, con la finalidad de desprender las partículas de suelo adheridas a las raíces; seguidamente se colocaron sobre una capa de papel toalla, una vez secadas las raíces y con la ayuda de una tijera de podar se procedió a cortar en trozos pequeños de 3 cm. Aproximadamente.

Para la trituración se usaban 20 g. de raíz en 5 ml. de agua destilada, los cuales eran colocados sobre un mortero y con la ayuda de un pilón se realizaba la trituración de las raíces, tratando de moler cuidadosamente.

A las muestras trituradas se les incorporaba hipoclorito de sodio al 1%. Para después agitar por 3 minutos con la finalidad de desprender los huevos de nemátodes de las raíces trituradas en la solución, las mismas que fueron cernidas sobre dos tamices de 500 y 38 µm respectivamente, estos fueron colocados uno sobre el otro, enjuagándose con abundante agua corriente.

Finalmente se vació la muestra en un beaker hasta completar 50 cc. utilizando una piceta con agua destilada; mediante una pipeta graduada se homogenizó la muestra, con el objetivo de obtener una alícuota representativa de 3 cc. lo cual se colocó en una placa petri para ser evaluado (conteo e identificación) en un microscopio óptico, con la ayuda de un contómetro y la clave de identificación taxonómica, por cada muestra se realizaron 3 repeticiones de lectura en el microscopio.

Una vez obtenido el número de huevos necesarios, se procedió a la inoculación de las plantas con los huevos obtenidos; se inoculó 7,500 individuos/ planta.

Fig. Nº 08: Inoculación de huevos de nematodos

Al cabo de 99 días, cuando las plantas presentaban el segundo par de hojas, se inoculó a cada maceta una solución de 500 individuos/ 100cc de suelo.

Se efectuaron riegos diarios, de preferencia en las mañanas.

4.2.7 Análisis nematológicos (Método del tamizado + el método de la bandeja)

- Se colocó muestras de suelo en una bandeja para homogenizarlas.
  - Luego se colocó 100 cc de suelo en beackers.
  - En un balde (1) de 2 litros se colocó los 100 cc de suelo con 1 ½ Lt. de agua, luego se desmenuzó y diluyó con el agua utilizando una barita o espátula, siempre teniendo cuidado con no maltratar mucho al suelo ya que ahí se encuentran los nemátodos.
  - Luego se pasó la solución de suelo con agua por el tamiz de 40 mesh utilizando otro balde, antes de pasar la solución por el tamiz de movió en círculo por 5 segundos.
  - En el balde (2) se encuentra la solución, seguidamente se paso por el tamiz de 350 y 400 mesh lavando la muestra, con agua de caño.
  - Se cortó tubos de PVC en anillos de un ancho de 5 cm. Y luego se adaptó a las bandejitas de tal modo que no choque con la base de la bandejita, se pegó la malla alrededor del tubo.
  - Se colocó un pedazo doblado de papel higiénico o papel facial sobre la malla de modo que cubra completamente.
  - Se colocó la muestra procesada en el tamiz de PVC.
  - Luego se llenó con una pizeta con agua destilada la bandejita de modo que el agua cubra la muestra procesada de suelo.
  - Luego de 48 horas se retiró el suelo y el agua de la bandejita con los nemátodos y luego se pasó a otro tamiz de 400 mesh.
  - Se colectaron en una placa petri pequeña los nemátodos del tamiz.

- A continuación, se realizó el conteo en un microscopio.
- Para el caso de los análisis de tejidos provenientes de raíces, el procedimiento es similar, salvo el triturado que debe tener las raíces antes de colocarlo en la bandejita.

4.2.8. Variables Evaluadas.

a. Días a la emergencia**:** se registraron datos de días a la germinación de las semillas sembradas.

b. Días a la aparición de cotiledones y del primer par de hojas: se registraron los días de aparición de cotiledones y dell primer par de hojas verdaderas.

c. Altura de planta: se tomaron alturas de crecimiento de las plantas, a la aparición del 1º par de hojas, cada 7días.

d. Diámetro de tallo**:** se tomaron los diámetros de crecimiento de las plantas a la aparición del 1° par de hojas, cada siete días.

e. Número de nódulos en las raíces**;** se realizó el conteo de el número de nódulos ocasionados por nemátodos presentes en las raíces de cada planta evaluada (5 por repetición).

f. Población final de nematodos; se analizó la población final de nematodos tanto en las raíces como en el suelo, al finalizar el experimento.

g. Biomasa (peso fresco y seco de follaje y raíces); al finalizar el experimento se registró datos de biomasa de cada unidad experimental.

V. RESULTADOS

5.1 Emergencia de planta (d.d.s.) y aparición del 1$^{er.}$, 2$^{do.}$, 3$^{er.}$ y 4$^{to.}$ par de hojas verdaderas (d.d.s.)

5.1.1 Emergencia de plantas (d.d.s.).

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 6), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 66.16%, con un coeficiente de variación (C.V) de 4.29%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 6: Análisis de varianza para la emergencia de plantas en días después de la siembra (d.d.s).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	0,2000	0,1000	0,40	(3,55-6,01)	N.S
Accesiones	9	8,5333	0,9481	3,82	(2,46-3,60)	**
Error	18	4,4667	0,2481			
TOTAL	29	13,2000				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=11,6 días **R^2=**66,16% **C.V=**4,29%

De acuerdo con los resultados obtenidos los tratamientos más precoces fueron: T10 (Accesión 11 – PER000420), T6 (Accesión 06 – PER000406), T7 (Accesión 07 – PER000409) y T3 (Accesión 03 – PER000396), iniciándose a los 11 días después de la siembra (d.d.s), similar resultado obtuvieron los T1 (Accesión 01 – PER000394) y T4 (Accesión 04 – PER000397), a diferencia de los demás tratamientos que iniciaron la emergencia a los 12 d.d.s (Gráfico 01).

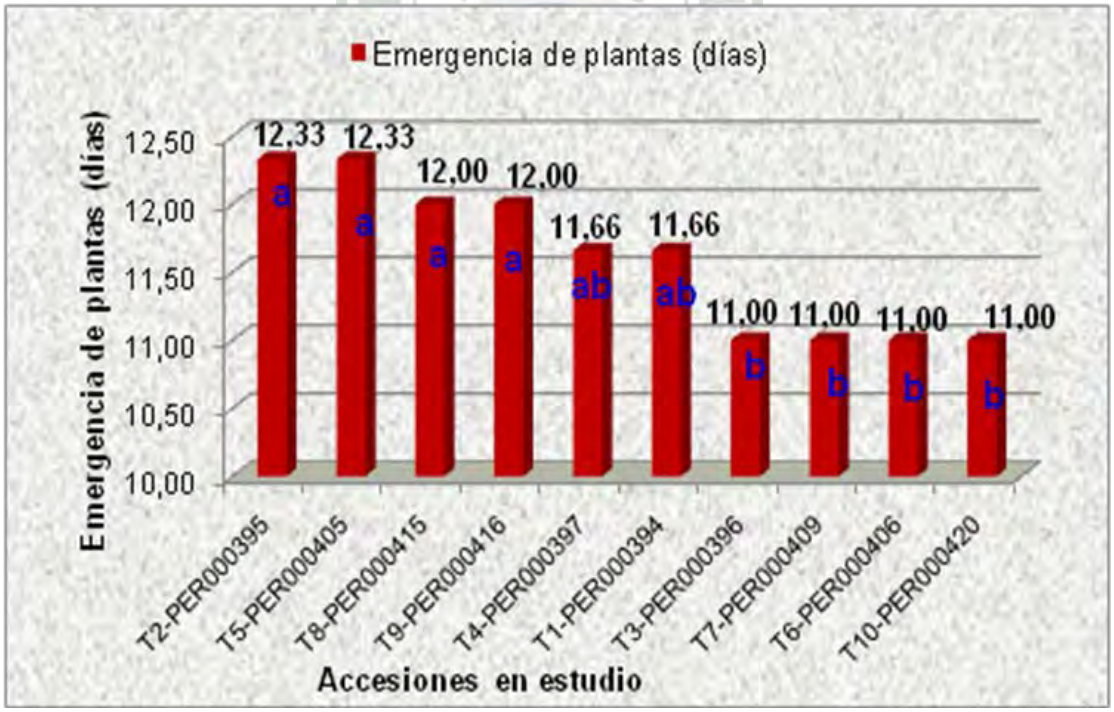


Gráfico 1: Prueba de Duncan (p<0,05) para la emergencia de plantas en días después de la siembra (d.d.s).

5.1.2 Aparición de cotiledones.

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 7), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 71.27%, con un coeficiente de variación (C.V) de 9.31%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 7: Análisis de varianza para la aparición de cotiledones (días después de la siembra -d.d.s),

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	0,8667	0,4333	1,52	(3,55-6,01)	N.S
Accesiones	9	11,8667	1,3185	4,62	(2,46-3,60)	**
Error	18	5,1333	0,2852			
TOTAL	29	17,8667				

N.S= No significativo *=Significativo **=Altamente significativo

X=5,73 días **R^2=**71,27% **C.V=**9,31%

Los tratamientos T9 (Accesión 10 - PER000416) y T3 (Accesión 03 – PER000396), iniciaron la aparición de cotiledones a los 5 días después de la emergencia de plantas, sin embargo, el T6 (Accesión 06 – PER000406), resulto ser más tardía iniciándose a los 7 días. (Gráfico 02)

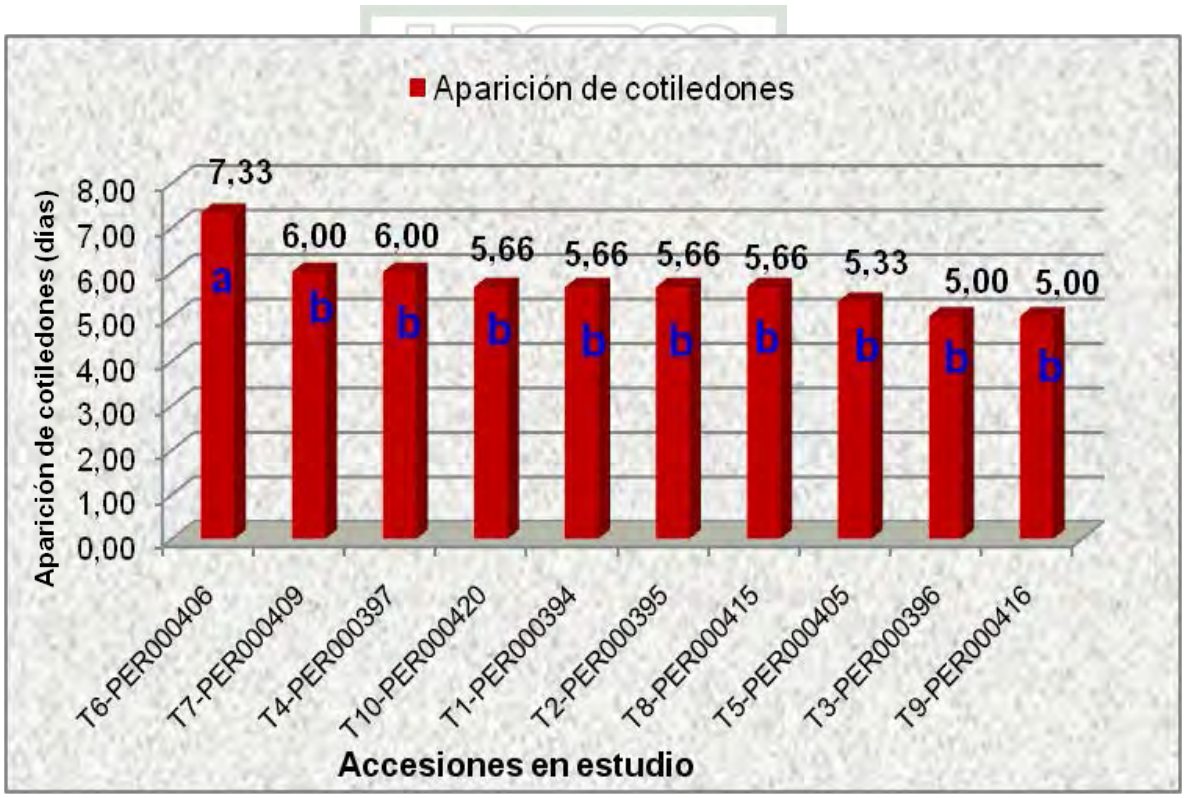


Gráfico 2: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la aparición de cotiledones (días después de la siembra –d.d.s).

5.1.3 Aparición de 1er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 8), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 70.65%, con un coeficiente de variación (C.V) de 4.88%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 8: Análisis de varianza para la aparición del 1er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	1,2667	0,6333	1,88	(3,55-6,01)	
Accesiones	9	13,3333	1,4815	4,40	(2,46-3,60)	**
Error	18	6,0667	0,3370			
TOTAL	29	20,6667				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X= 2,3 días **R^2=** 70,65 % **C.V. :** 4,88%

Los resultados muestran que los T4 (Accesión 04 – PER000397), T7 (Accesión 07 – PER000409) y T3 (Accesión 03 – PER000396) iniciaron su 1er par de hojas verdaderas al primer día después de la aparición de cotiledones, mientras que a los 2 días mostraron su 1er par de hojas verdaderas los T10 (Accesión 11 – PER000420), T2 (Accesión 02 – PER000395), T1 (Accesión 01 – PER000394), T6 (Accesión 06 – PER000406) y T8 (Accesión 09 – PER000415) , diferenciándose de los T9 (Accesión 09 – PER000416) y T5 (Accesión 05 – PER000405) que iniciaron a los 3 días, (Gráfico 03).

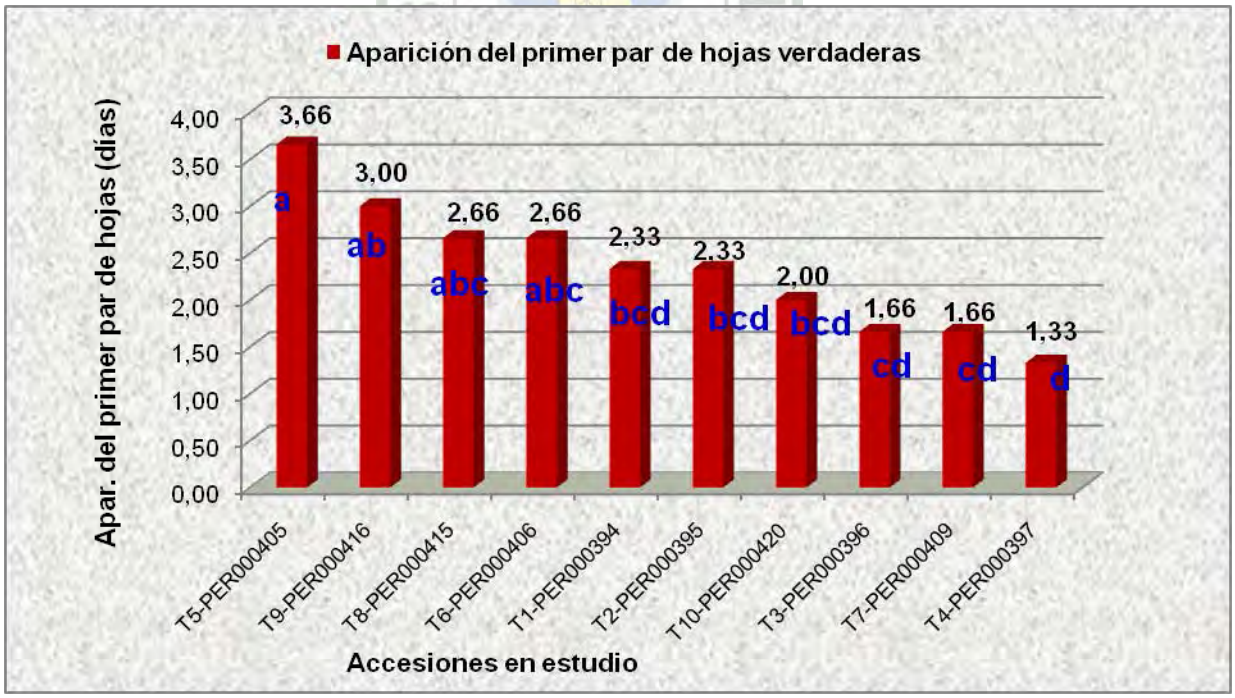


Gráfico 3: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la aparición del 1er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

5.1.4 Aparición de 2do par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 9), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 93.62%, con un coeficiente de variación (C.V) de 5.54%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 9: Análisis de varianza para la aparición del 2do par de hojas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	4,4667	2,2333	4,22	(3,55-6,01)	*
Accesiones	9	135,4667	15,0519	28,42	(2,46-3,60)	**
Error	18	9,5333	0,5296			
TOTAL	29	149,4667				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=13,1 días **R2 :** 93,62% **C.V. :** 5,54%

Para el 2do par de hojas verdaderas los T7 (Accesión 07 – PER000409) y T5 (Accesión 05 – PER000405) fueron los tratamientos que iniciaron a los 10 d.d.a.c., pero no diferenciándose del T9 (Accesión 09 – PER000416) que inició a los 11 días, mientras que a los 13 días se observó el 2do par de hojas verdaderas para los siguientes tratamientos: T8 (Accesión 09 – PER000415), T3 (Accesión 03 – PER000396), T6 (Accesión 06 – PER000406), T4 (Accesión 04 – PER000397) y el T2 (Accesión 02 – PER000395) y a los 14 días para el T10 (Accesión 11 – PER000420), sin embargo el T1 (Accesión 01 – PER000394) resultó ser mar tardío ya que inició a los 18 d.d.a.c (Gráfico 04).

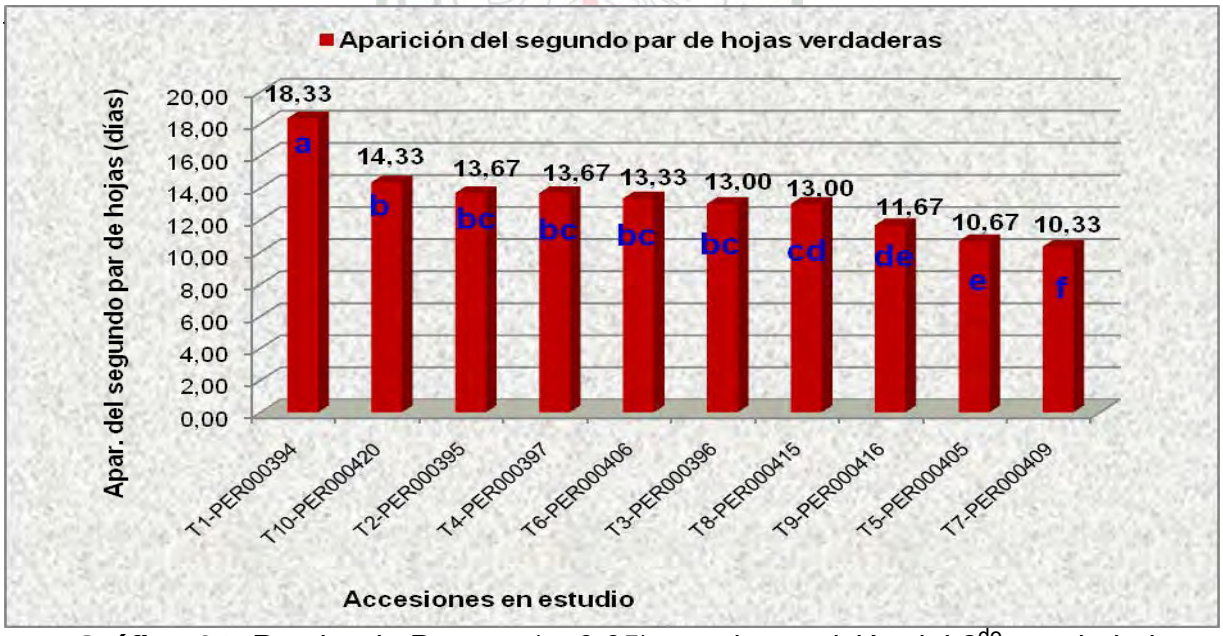


Gráfico 04: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la aparición del 2do par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

5.1.5 Aparición de 3er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

Cuadro 10: Análisis de varianza para la aparición del 3er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	8,4667	4,2333	10,12	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	330,6667	36,7407	87,79	(2,46-3,60)	**
Error	18	7,5333	0,4185			
TOTAL	29	346,6667				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=14,67 días **R2:** 97,83 % **C.V.:**4,41%

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 10), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 97.83%, con un coeficiente de variación (C.V) de 4.41%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Los tratamientos T4 (Accesión 04 – PER000397), T6 (Accesión 06 – PER000406) y T8 (Accesión 09 – PER000415) iniciaron su 3er par de hojas verdaderas a los 10, 11 y 12 d.d.a.c. resultando ser los más precoces con respecto a este parámetro, y los tratamientos T7 (Accesión 07 – PER000409), T1 (Accesión 01 – PER000394) y T3 (Accesión 03 – PER000396) iniciaron a los 13 días, sin embargo los tratamientos T5 (Accesión 05 – PER000405), T2 (Accesión 02 – PER000395), T10 (Accesión 11 – PER000420) y T9 (Accesión 09 – PER000416) resultaron ser más tardíos con 15, 18, 19 y 20 días después de la aparición de cotiledones. (Gráfico 05).

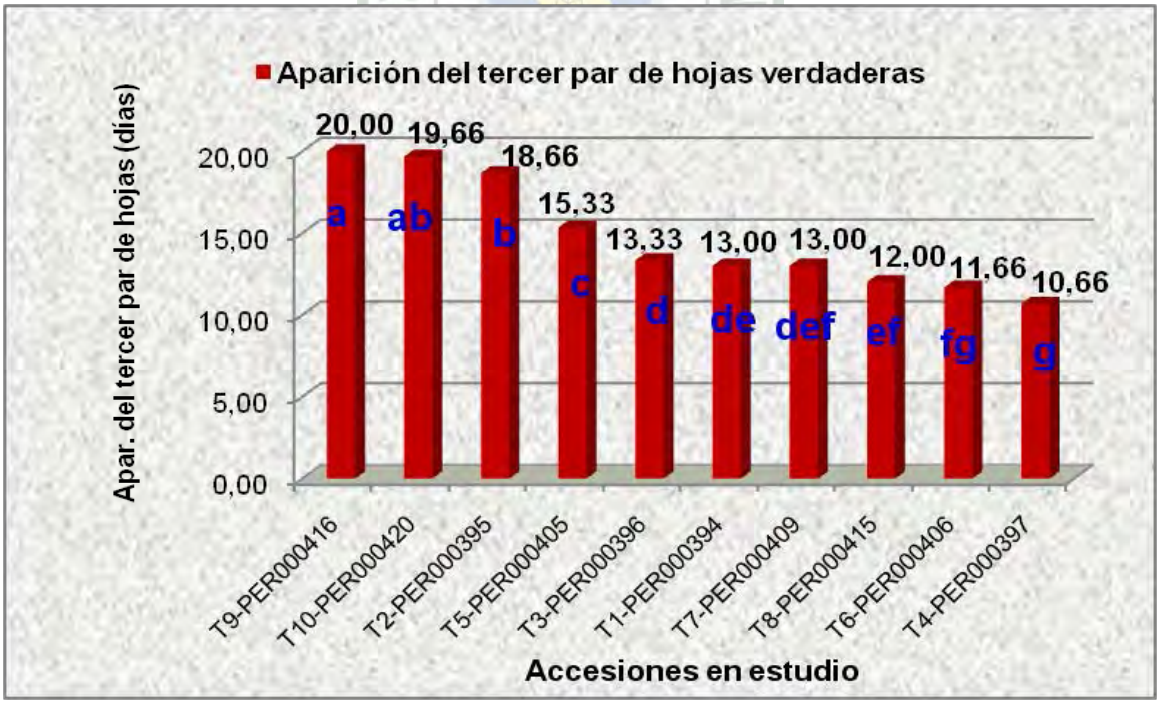


Gráfico 5: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la aparición del 3er par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

5.1.6 Aparición de 4to par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

El resultado del análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 11), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 90.31%, con un coeficiente de variación (C.V) de 5.97%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 11: Análisis de varianza para la aparición del 4to par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	0,26667	0,1333	0,14	(3,55-6,01)	N.S
Accesiones	9	164,9667	18,3296	18,61	(2,46-3,60)	**
Error	18	17,7333	0,9852			
TOTAL	29	182,9667				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=16,63 días **R2:** 90,31 % **C.V:** 5,97%,

Con respecto al 4to par de hojas verdaderas los tratamientos T9 (Accesión 09 – PER000416), T2 (Accesión 02 – PER000395) y T10 (Accesión 11 – PER000420) iniciaron a los 13 días, mientras que los tratamientos T1 (Accesión 01 – PER000394) y T5 (Accesión 05 – PER000405) aparecieron a los 15 y 17 días respectivamente, sin embargo a los 18 días aparecieron el 4to par de hojas verdaderas los tratamientos T8 (Accesión 09 – PER000415), T7 (Accesión 07 – PER000409) y T3 (Accesión 03 – PER000396), diferenciándose de los tratamientos T4 (Accesión 04 – PER000397) y T6 (Accesión 06 – PER000406) que resultaron ser más tardías con 19 días (Gráfico 6).

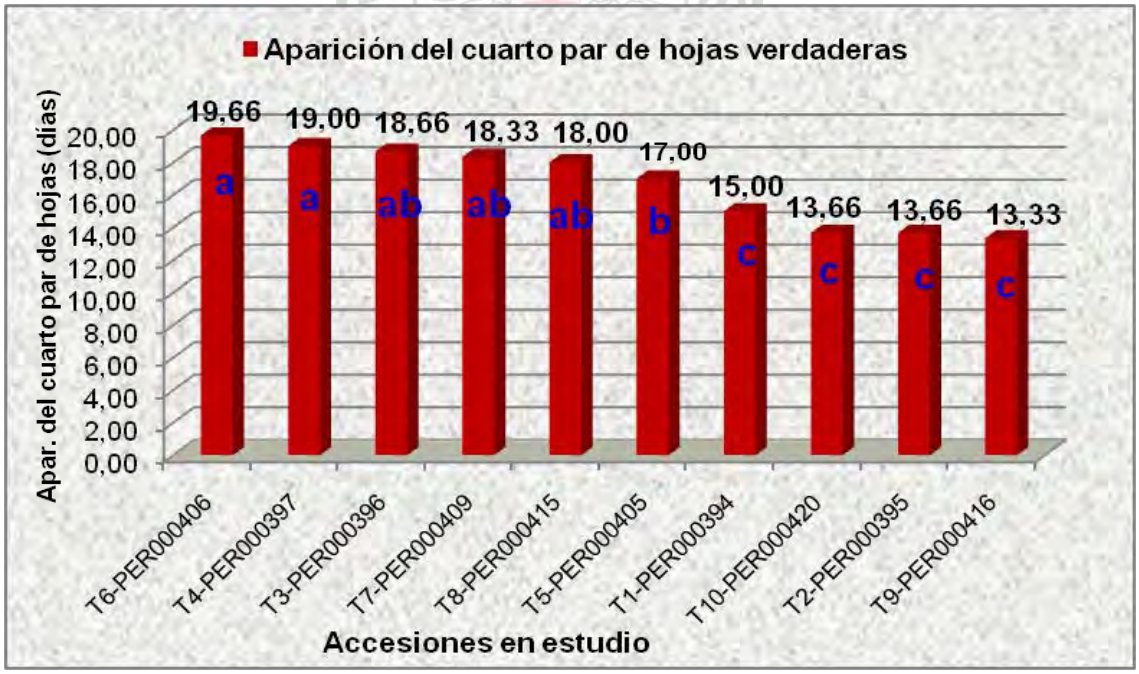


Gráfico 6: Prueba de Duncan (p<0,05) para la aparición del 4to par de hojas verdaderas (días después de la aparición de cotiledones –d.d.a.c).

5.2 Altura de Planta (cm) cada 7 días desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas.

Antes de la inoculación

5.2.1 Altura de planta (cm) a los 0 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 12), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 90.78%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 4.68%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables (Calzada, 1970).

Cuadro 12: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	46,8735	23,4368	60,68	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	21,6078	2,40	6,22	(2,46-3,60)	**
Error	18	6,9526	0,39			
TOTAL	29	75,4339				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=13,26 cm **R2 :** 90,78 % **C.V. :** 4,68%

De acuerdo con los resultados obtenidos, nos indica que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 14.36 y T4 (Accesión 04 – PER000397) con 14.32 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T9 (Accesión 10 – PER000416) presentó menor altura con 11.55 cm. (Gráfico 7).

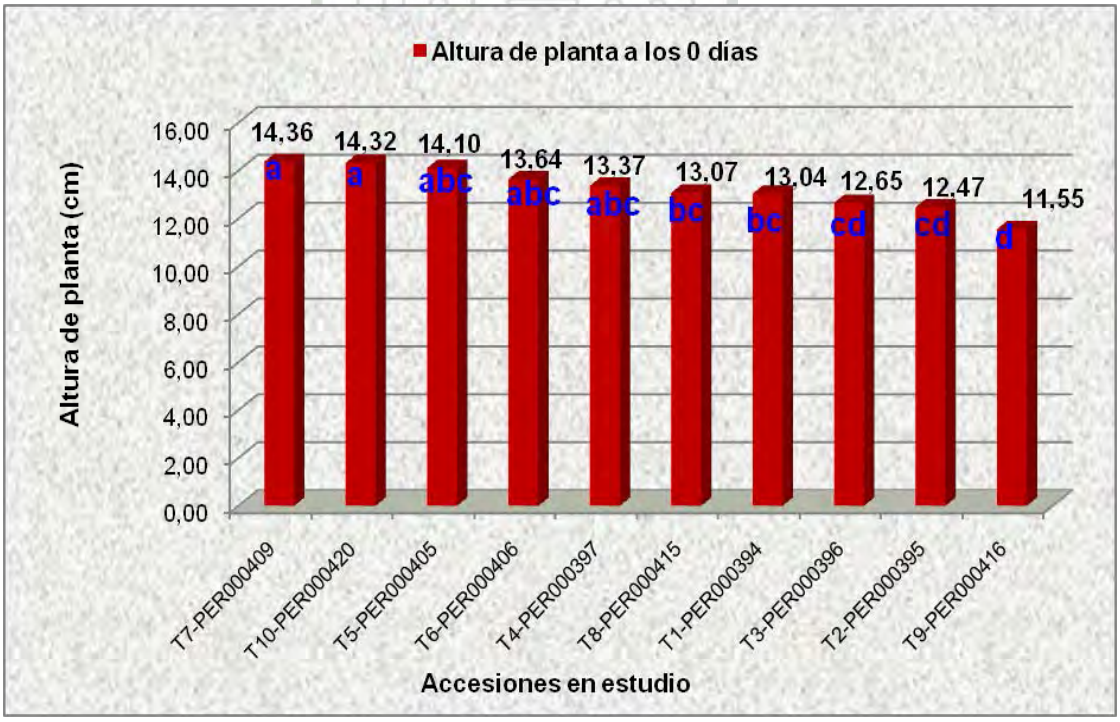


Gráfico 7: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la altura de planta (cm) a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

5.2.2 Altura de planta (cm) a los 7 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 13), indica que existe diferencia altamente significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 89.08%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 3.87%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 13: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 7 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	23,8573	11,9286	40,83	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	19,0444	2,1160	7,24	(2,46-3,60)	*
Error	18	5,2588	0,2822			
TOTAL	29	48,1605				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=13,94 cm R2: 89,08% C.V.:3,87%

De acuerdo con los resultados obtenidos, nos indica que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 15.12 y T10 (Accesión 11 – PER000420) con 15.10 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T2 (Accesión 02 – PER000395) presentó menor altura con 12.70 cm. (Gráfico 8).

Gráfico 8: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la altura de planta (cm) a los 7 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

Después de la inoculación (a los 99 días de edad de las plantas):

5.2.3 Altura de planta (cm) a los 28 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 14), indica que existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 70.75%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 8.38%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 14: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	53,5066	26,7533	9,64	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	67,2805	7,4756	2,69	(2,46-3,60)	*
Error	18	49,9433	2,7746			
TOTAL	29	170,7304				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=19,87cm **R2:** 70,75% **C.V.:**8,3824 %

Los resultados obtenidos, muestran que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 22.26 y T10 (Accesión 11 – PER000420) con 21.12 cm. Son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T9 (Accesión 10 – PER000416) presentó menor altura con 17.39 cm. (Gráfico 9).

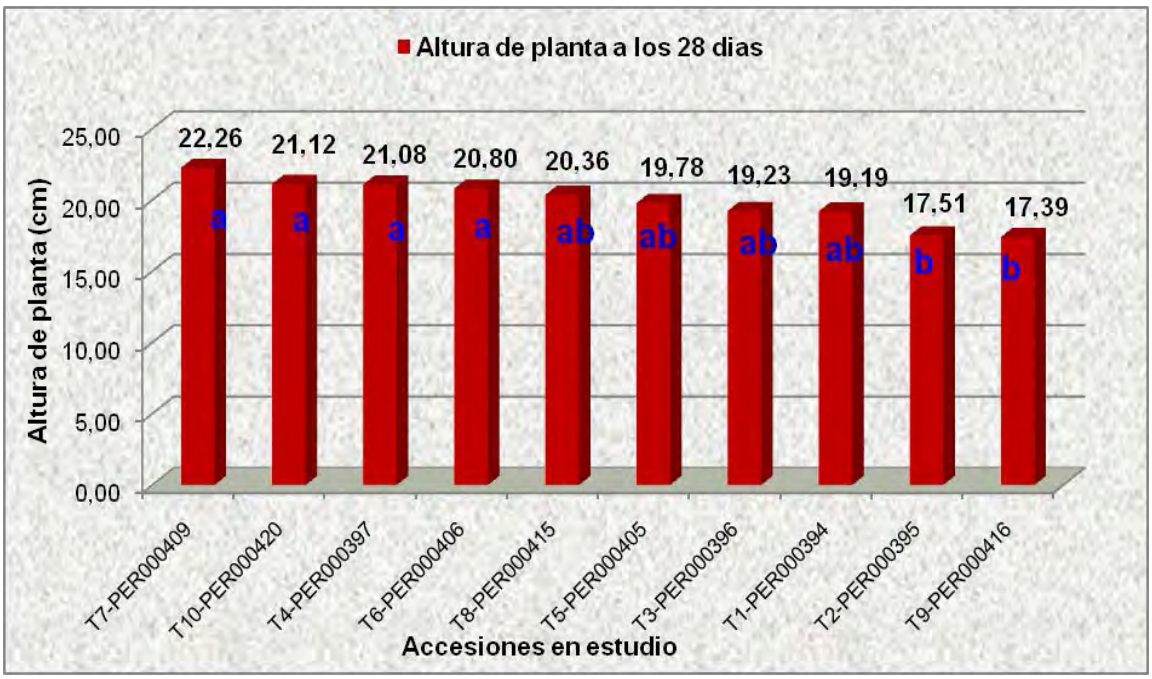


Gráfico 9: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la altura de planta (cm) a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación.

5.2.4 Altura de planta (cm) a los 119 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 15), indica que existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 81.31%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 3.14%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 15: Análisis de variancia para la altura de planta (cm) a los 119 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 91 días después de la inoculación.

F.Variación	G.L	S,C	C.M	Fc	Ft(0,05-0,01)	Signif.
Bloques	2	45,3934	22,6967	24,27	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	27,8263	3,0918	3,31	(2,46-3,60)	*
Error	18	16,8352	0,9353			
TOTAL	29	90,0549				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=30,78 cm **R^2:** 81,31% **C.V.:** 3,14%

Los resultados obtenidos, muestran que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 32.12 y T10 (Accesión 11 – PER000420) con 31.93 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T2 (Accesión 02 – PER000395) presentó menor altura con 28.95 cm. (Gráfico 10).

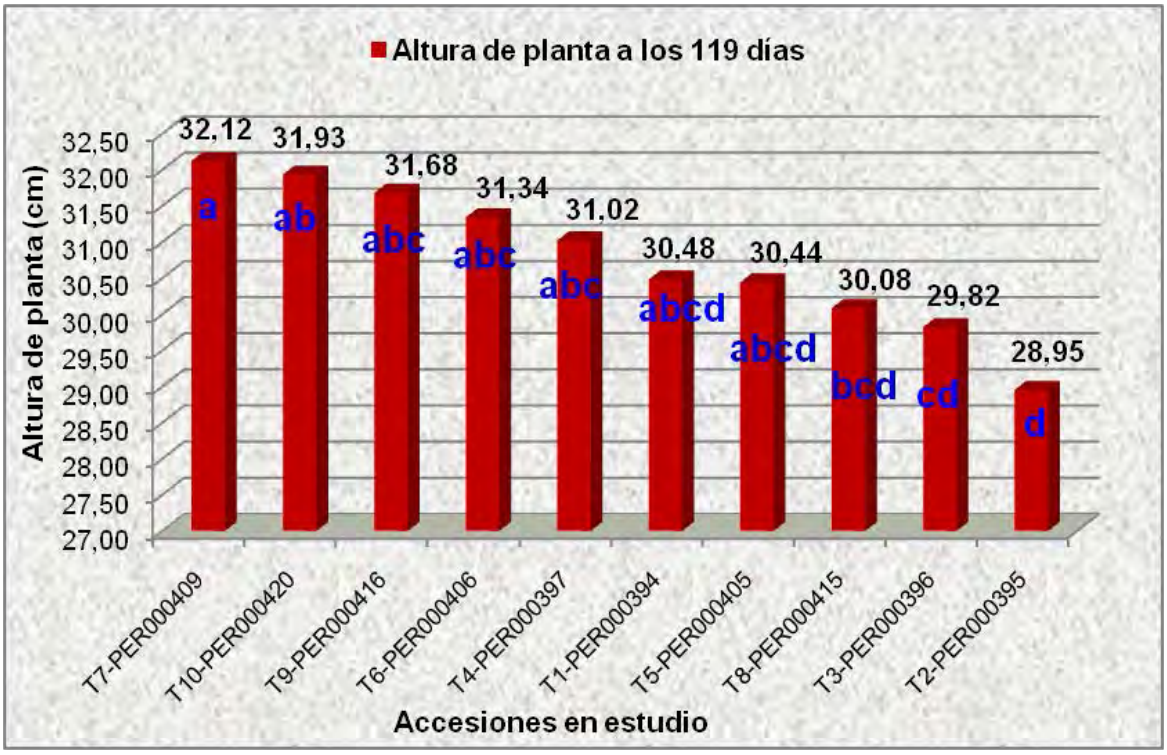


Gráfico 10: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para la altura de planta (cm) a los 119 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 91 días después de la inoculación.

5.3 Diámetro de tallo (cm) cada 7 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas.

Antes de la inoculación:

5.3.1 Diámetro de tallo (mm) a los 0 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 16), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 70.71%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 5.08%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 16: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	CM	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signif.
Bloques	2	0,8912	0,4456	13,66	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	0,5265	0,0585	1,79	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	0,5872	0,0326			
TOTAL	**29**	**2,0049**				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo.

X=3,55767 cm **R^2:**70,71% **C.V:** 5,0770%

Los resultados obtenidos, muestran que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 3.77 y T9 (Accesión 10 – PER000416) con 3.74 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T5 (Accesión 05 – PER000405) presentó menor altura con 3.34 cm. (Gráfico 11).

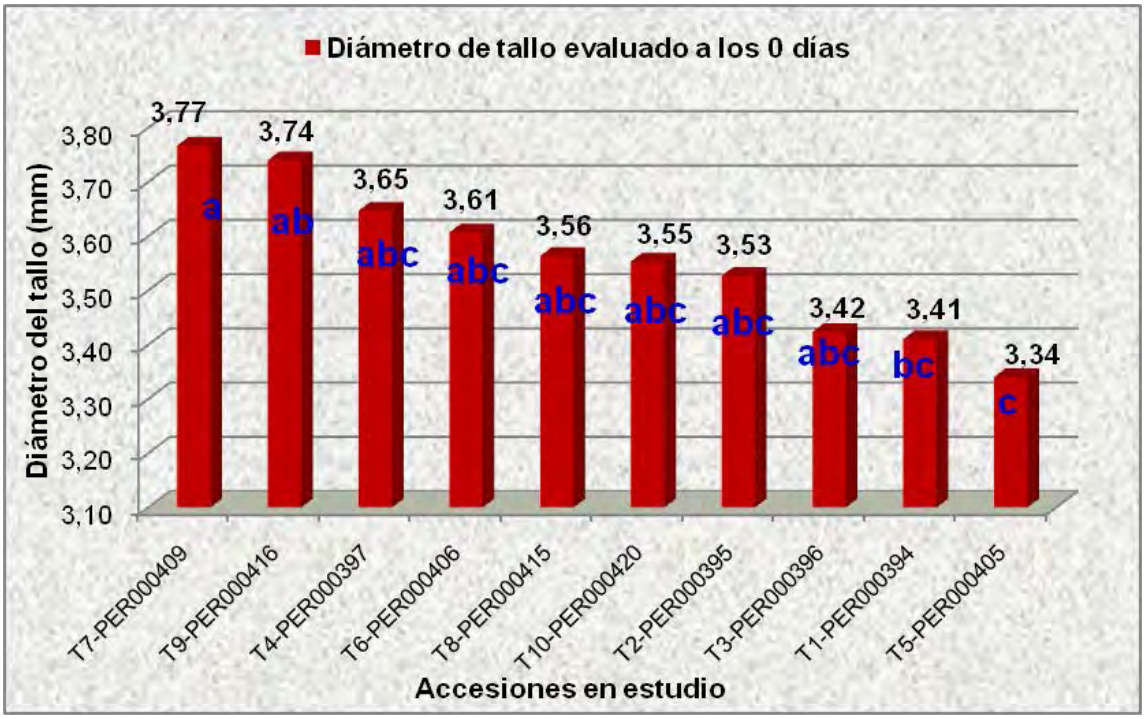


Gráfico 11: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el diámetro de tallo evaluadas a los 0 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

5.3.2 Diámetro de tallo (mm) a los 7 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 17), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 71.90%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 4.71%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 17: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 7 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

.F.Variación	G.L	SC	CM	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signif
Bloques	2	0,8602	0,4301	14,46	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	0,5098	0,0566	1,90	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	0,5354	0,0298			
TOTAL	**29**	**1,9054**				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo.

X=3,665 cm **R^2:** 71,90% **C.V.:**4,7055%

Los resultados obtenidos, muestran que los T7 (Accesión 07 – PER000409) con 3.86 y T9 (Accesión 10 – PER000416) con 3.85 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T5 (Accesión 05 – PER000405) presentó menor altura con 3.44 cm. (Gráfico 12).

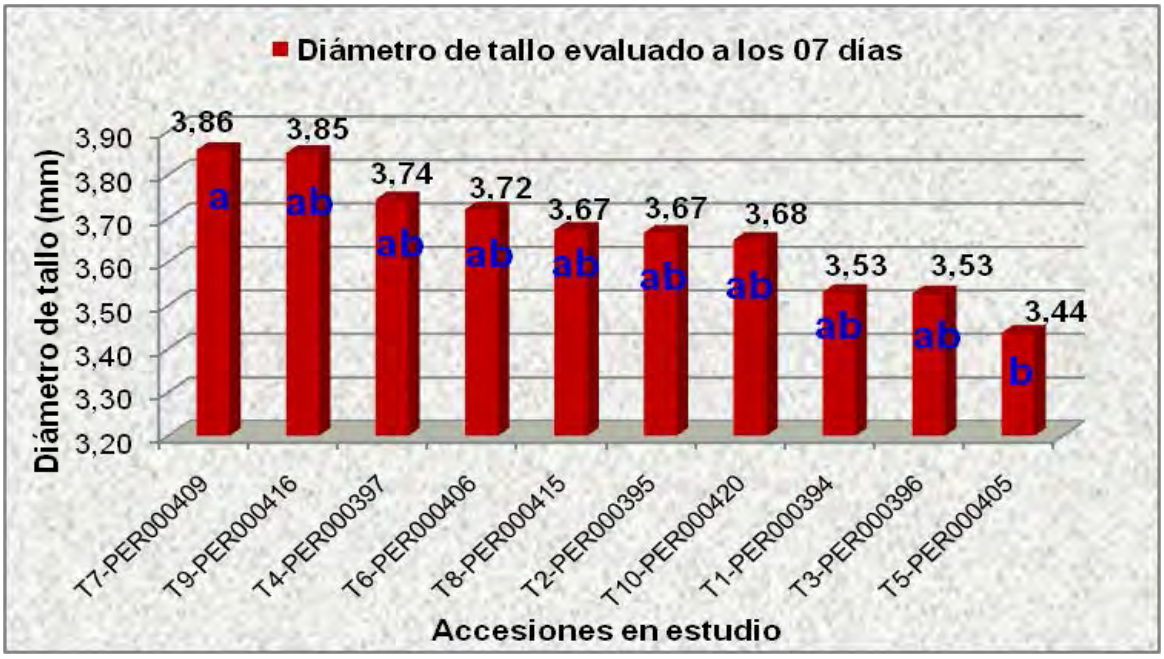


Gráfico 12: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el diámetro de tallo evaluadas a los 7 días, desde la aparición del 1º par de hojas verdaderas – Antes de la inoculación.

Después de la inoculación: (a los 99 días de edad de las plantas):

5.3.3 Diámetro de tallo (mm) a los 28 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 18), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 73.67%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 3.84%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 18: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	CM	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signif.
Bloques	2	0,7927	0,3964	17,10	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	0,3749	0,0417	1,80	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	0,4173	0,0232			
TOTAL	**29**	**1,5849**				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo.

X=3,9677 cm **R^2:** 73.67 % **C.V.:**3,8374%

Los resultados obtenidos, muestran que los T9 (Accesión 10 – PER000416) con 4.12 y T7 (Accesión 07 – PER000409) con 4.11 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T5 (Accesión 05 – PER000405) presentó menor altura con 3.76 cm. (Gráfico 13).

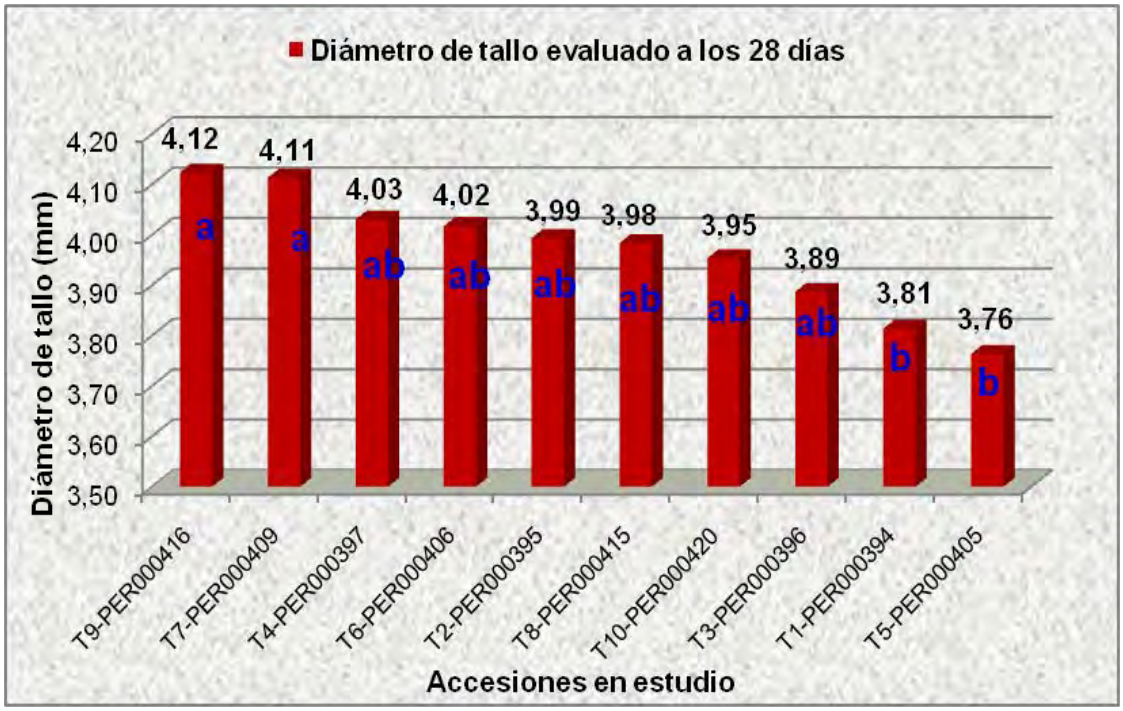


Gráfico 13: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el diámetro de tallo evaluadas a los 28 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 0 días después de la inoculación.

5.3.4 Diámetro de tallo (mm) a los 112 días

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 19), indica que existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 85.036%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 3.08%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables. (Calzada, 1970).

Cuadro 19: Análisis de variancia para el diámetro de tallo evaluadas a los 112 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 84 días después de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	CM	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signif.
Bloques	2	3,7751	1,88752	39,31	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	1,1364	0,12626	2,63	(2,46-3,60)	*
Error	18	0,8643	0,04802			
TOTAL	**29**	**5,7757**				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo

X=7,1063 cm **R^2** = 85,036% **C.V.:**3,0835%

Los resultados obtenidos, muestran que los T4 (Accesión 04 – PER000397) con 7.35 y T7 (Accesión 07 – PER000409) con 7.35 cm. son de mayor altura en comparación con los demás tratamientos, así mismo el T1 (Accesión 01 – PER000394) presentó menor altura con 6.75 cm. (Gráfico 14).

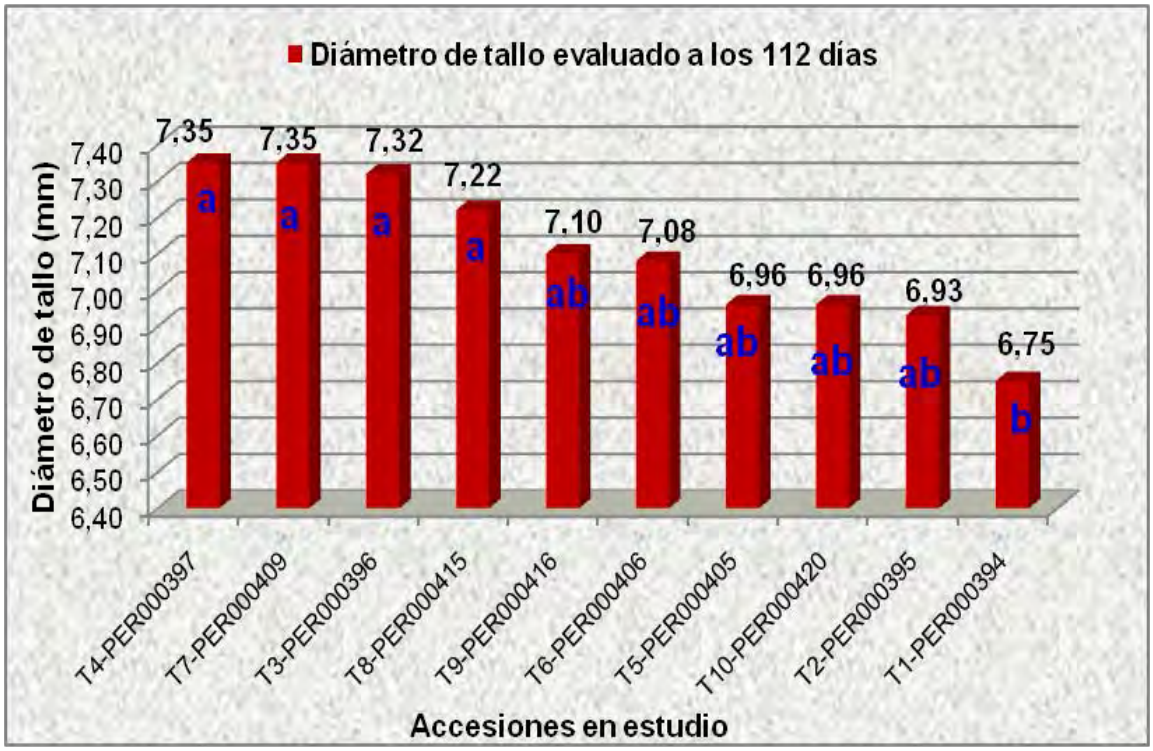


Gráfico 14: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el diámetro de tallo evaluadas a los 112 días, después de la aparición del 1º par de hojas verdaderas y 84 días después de la inoculación.

5.4 Incidencia de Meloidogyne sp. en muestras de suelo y raíz.

5.4.1. Número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación.

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 20), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, indicando un coeficiente de determinación (R^2) de 54,34%, así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 26.37%, alto, debido a la heterogeneidad del material genético en estudio.

Cuadro 20: Análisis de varianza para el número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	70762,3887	35381,1943	2,15	(3,55-6,01)	N:S
Accesiones	9	281357,9550	31261,9950	1,90	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	295884,6580	16438,0366			
TOTAL	29	648005,0017				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=468,22 nódulos **R2 :** 54,34 % **C.V. :** 26,37%

Para discriminar las mejores accesiones se utilizó la prueba de discriminación de rangos múltiples Duncan al 95% de confiabilidad (Gráfico 15), observándose que el T6 (Accesión 06 – PER000406) con 660.5 nódulos/planta, supera estadísticamente a todos los tratamientos en estudio, pero no difiere de los tratamientos T4 (Accesión 04 – PER000397), T5 (Accesión 05 – PER000405), T10 (Accesión 11 – PER000420), T8 (Accesión 09 – PER000415), T7 (Accesión 07 – PER000409) y T3 (Accesión 03 – PER000396), con 605.1, 560.2, 533.9, 488.6, 447.7 y 445.0 nódulos/planta respectivamente, ocupando los últimos lugares el T2(Accesión 02 – PER000395), T9 (Accesión 10 – PER000416) y T1 (Accesión 01 – PER000394), con 388.7, 371.3 y 361.2.

Gráfico 15: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación.

5.4.2 Número de huevos de *Meloidogyne* sp /20 g. de raíz.

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 21), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, indicando un coeficiente de determinación (R^2) de 71.38%, así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 44.75% alto, debido a la heterogeneidad del material genético en estudio. (Calzada, 1970).

Fig. N º09: Planta T7, presentando hojas cloróticas

Fig. Nº 10: Raíz de la planta T7, presentando nodulaciones de *Meloidogyne*

Fig. Nº 11: Planta T2, mostrándose en etapa de muerte.

Fig. Nº 12: Planta T2, raíz necrosada.

Cuadro 21: Análisis de varianza para el número de huevos por 20 g, de raíz

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	2416447098	1208223549	17,13	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	748460396	83162266	1,18	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	1269287701	70515983			
TOTAL	29	4434195195				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=18763,47 huevos **R2 :** 71,38% **C.V.:**44,75%

Para discriminar las mejores accesiones se utilizó la prueba de discriminación de rangos múltiples Duncan al 95% de confiabilidad (Gráfico Nº 16), observándose que el T5 (Accesión 05 – PER000405) con 12631 huevos /20 (g.) de raíz, resulta con un número de huevos inferiores, a las demás accesiones, pero no difieren del T8 (Accesión 09 – PER000415) con 14158, T4 (Accesión 04 – PER000397) con 15087, T6 (Accesión 06 – PER000406) con 16516, T2 (Accesión 02 – PER000395) con 16992, T9 (Accesión 10 – PER000416) con 18429 y T1 (Accesión 01 – PER000394) con 18961 huevos /20 g de raíz, siendo el T7 (Accesión 07 – PER000409) con 20335, T3 (Accesión 03 – PER000396) con 23957 y T10 (Accesión 11 – PER000420) con 30569 huevos /20 g, de raíz los que tienen los más altos número de huevos /20 g de raíz.

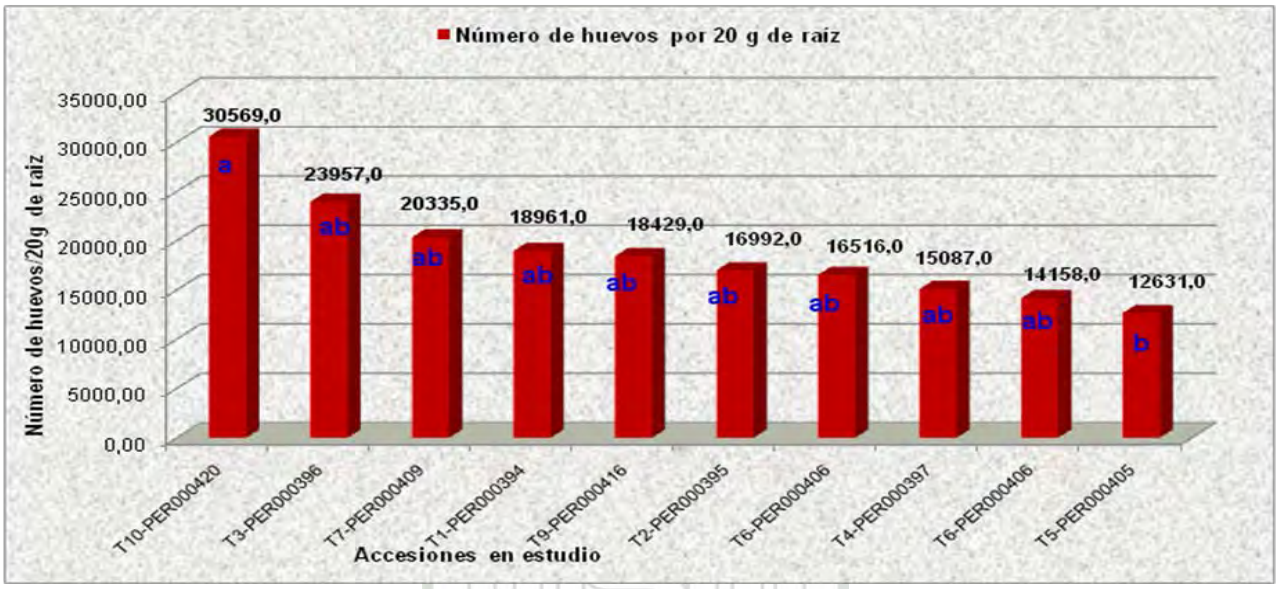


Gráfico 16: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de huevos por 20 gr. De raíz.

5.4.3 Número de individuos juveniles y adultos de *Meloidogyne* sp. /20 g. de raíz.

Esta variable se evaluó conjuntamente con la anterior, el análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 22), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, indicando un coeficiente de determinación (R^2) de 55.14%, así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 5.45%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones en campo (Calzada, 1970).

Cuadro 22: Análisis de varianza para el número de individuos juveniles y adultos en 20 g de raíz. Datos transformados por log 10.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	0,4887	0,2444	6,21	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	0,3816	0,0424	1,08	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	0,7079	0,0393			
TOTAL	29					

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X= 5109,5 individuos **R2:** 55,14% **C.V. :** 5,45%

Para discriminar las mejores accesiones se utilizó la prueba de discriminación de rangos múltiples Duncan al 95% de confiabilidad (Gráfico Nº 17), donde se observa que el T5 (Accesión 05 – PER000405) con 3173 individuos juveniles y adultos/20 g de raíz tiene la población de juveniles más baja, siendo numéricamente inferior a los demás tratamientos, diferenciándose del T1 (Accesión 01 – PER000394) con 9854 individuos juveniles y adultos/20 g de raíz, que es el que muestra un mayor número de individuos juveniles/20 g de raíz.

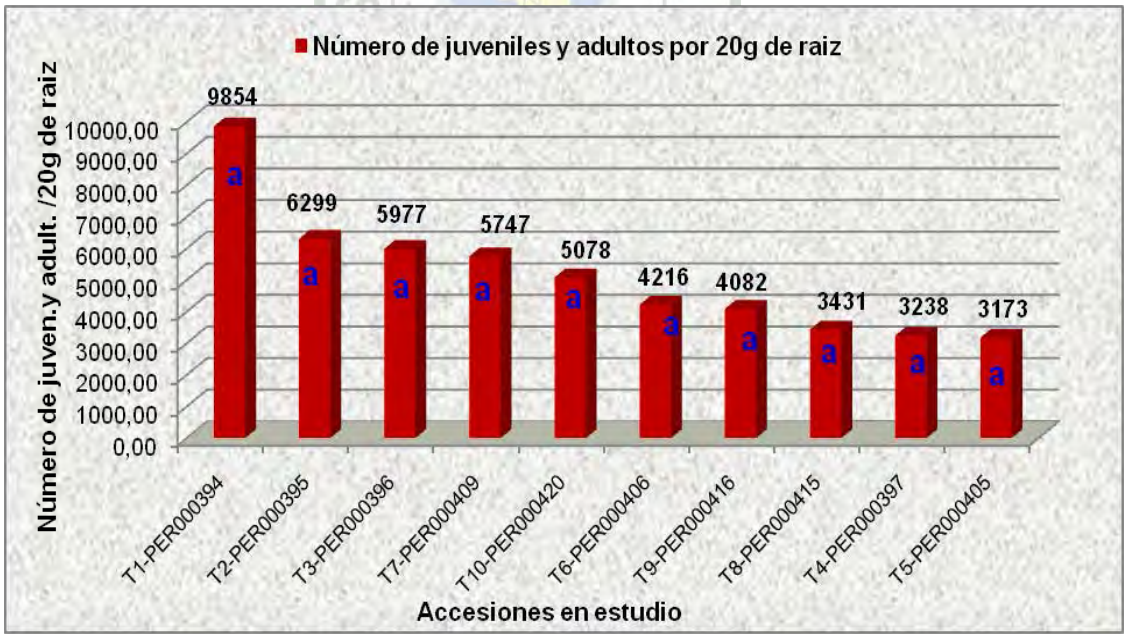


Gráfico Nº 17: Prueba de Duncan (p<0,05) para el número de individuos juveniles y adultos en 20 g de raíz.

5.4.4 Número de individuos de *Meloidogyne* sp. /100 cc de suelo.

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 23), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, indicando un coeficiente de determinación (R^2) de 49.08%, así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 17.24%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables para evaluaciones (Calzada, 1970). (Calzada, 1970).

Cuadro Nº 23: Análisis de varianza para el número de individuos/100 cc de suelo. Datos transformados por log 10.

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	0,8879	0,4440	4,32	(3,55-6,01)	*
Accesiones	9	0,8967	0,0996	0,97	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	1,8515	0,1029			
TOTAL	29	150465,8230				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=96,12 individuos **R2:** 49,08% **C.V. :** 17,24%

Para discriminar las mejores accesiones se utilizó la prueba de discriminación de rangos múltiples Duncan al 95% de confiabilidad (Gráfico Nº 18), observándose que el T4 (Accesión 04 – PER000397) con 44.43, T5 (Accesión 05 – PER000405) con 49.67, T1 (Accesión 01 – PER000394) con 75.57, T9 (Accesión 10 – PER000416) con 80.00, T2 (Accesión 02 – PER000395) con 92.20 y T6 (Accesión 06 – PER000406) con 97.77 individuos de *Meloidogyne*

sp. /100 cc de suelo, resulta con números de individuos inferiores en 100 cc de suelo, pero no difiere del T8 (Accesión 09 – PER000415) con 103.33, y T10 (Accesión 11 – PER000420) con 113.30, T3 (Accesión 03 – PER000396) con 124.40 individuos de *Meloidogyne* sp. /100 cc, que presentaron los más altos números de individuos.

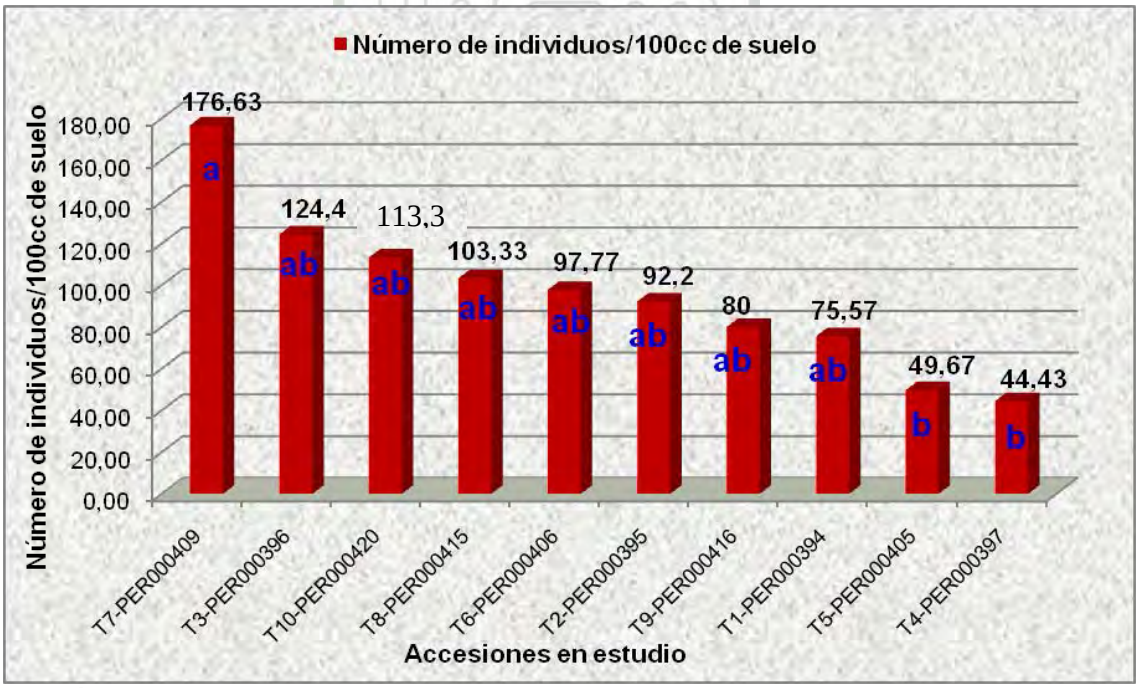


Gráfico Nº 18: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el número de individuos/100 cc de suelo.

5.5 Biomasa, área foliar (cm^2) y radicular (cm^2)

5.5.1 Peso fresco de follaje (g).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 24), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 71.15% Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 19.33%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables (Calzada, 1970).

Cuadro Nº 24: Análisis de varianza para el peso fresco de follaje (g),

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	416,42438	208,21219	15,56	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	177,56841	19,72982	1,47	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	240,80789	13,37822			
TOTAL	29	834,80068				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=18,92 g **R2 :** 71,15% **C.V.:** 19,33%

De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que el mayor peso de follaje fresco es de 22.197 y 22.120 g. para los T3 (Accesión 03 – PER000396) y T5 (Accesión 05 – PER000405), pero no diferenciándose de los T10 (Accesión 11 – PER000420) con 20.917, T8 (Accesión 09 – PER000415) con 19.997, T4 (Accesión 04 – PER000397) con 19.920 y T9 (Accesión 010 – PER000416) con 19.473 g. de follaje fresco, sin embargo los T1 (Accesión 01 – PER000394), T7 (Accesión 07 – PER000409), T6

(Accesión 06 – PER000406) y T2 (Accesión 02 - PER000395), presentaron los pesos más bajos con 16.953, 16.207, 15.840 y 15.597 g.

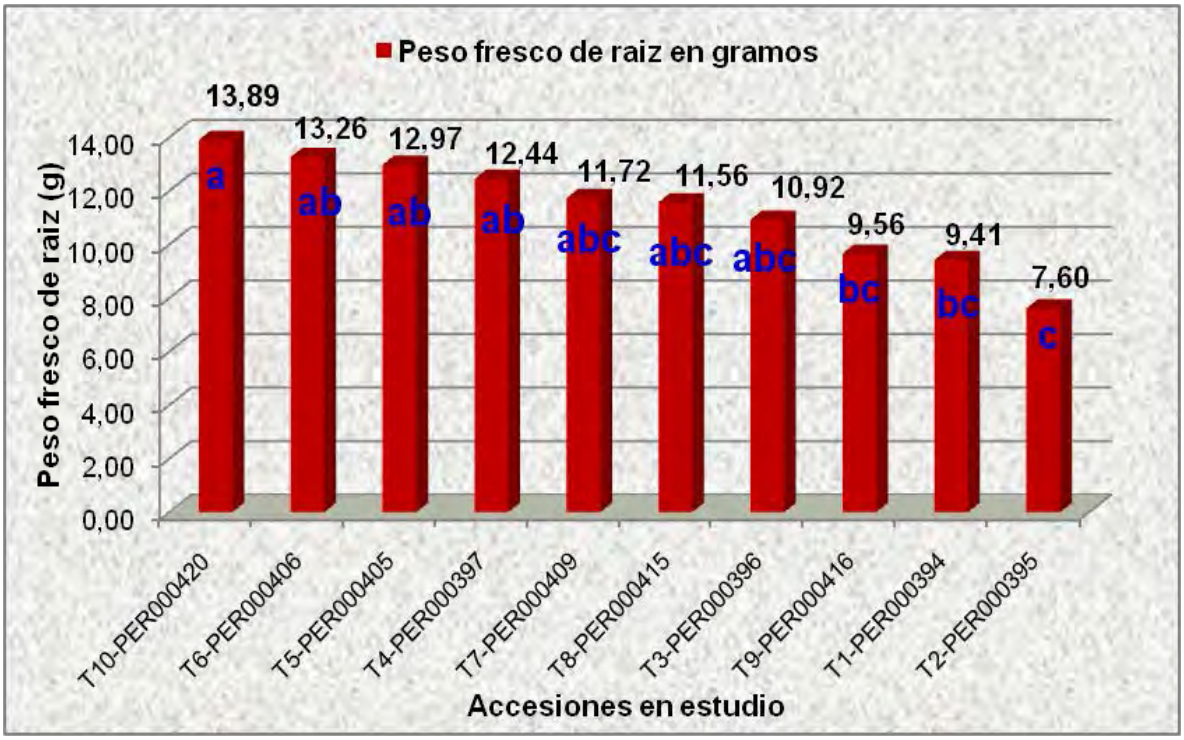


Gráfico Nº 19: Prueba de Duncan ($p<0,05$) el peso fresco de follaje (g).

5.5.2 Peso seco de follaje (g).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 25), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 80.556%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 17.99%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables (Calzada, 1970).

Cuadro Nº 25: Análisis de varianza para el peso seco de follaje (g),

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	46,28472	23,14236	32,62	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	6,62440	0,73604	1,04	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	12,77108	0,70950			
TOTAL	29	65,68020				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=4,68 g **R2 :** 80,556 % **C.V.:**17,99%

De acuerdo con los resultados obtenidos en el gráfico N°12, se observa que el mayor peso de follaje seco es de 5.58 y 5.14 g. para los T3 (Accesión 03 – PER000396) y T5 (Accesión 05 – PER000405), pero no diferenciándose de los T4 (Accesión 04 – PER000397) con 4.98, T10 (Accesión 11 – PER000420) con 4.89, T8 (Accesión 09 – PER000415) con 4.83, T9 (Accesión 010 – PER000416) con 4.63 , T7 (Accesión 07 – PER000409) con 4.33, T1 (Accesión 01 – PER000394) con 4.26, T6 (Accesión 06 – PER000406) con 4.14 y T2 (Accesión 02 - PER000395) con 4.02 g. de follaje fresco.

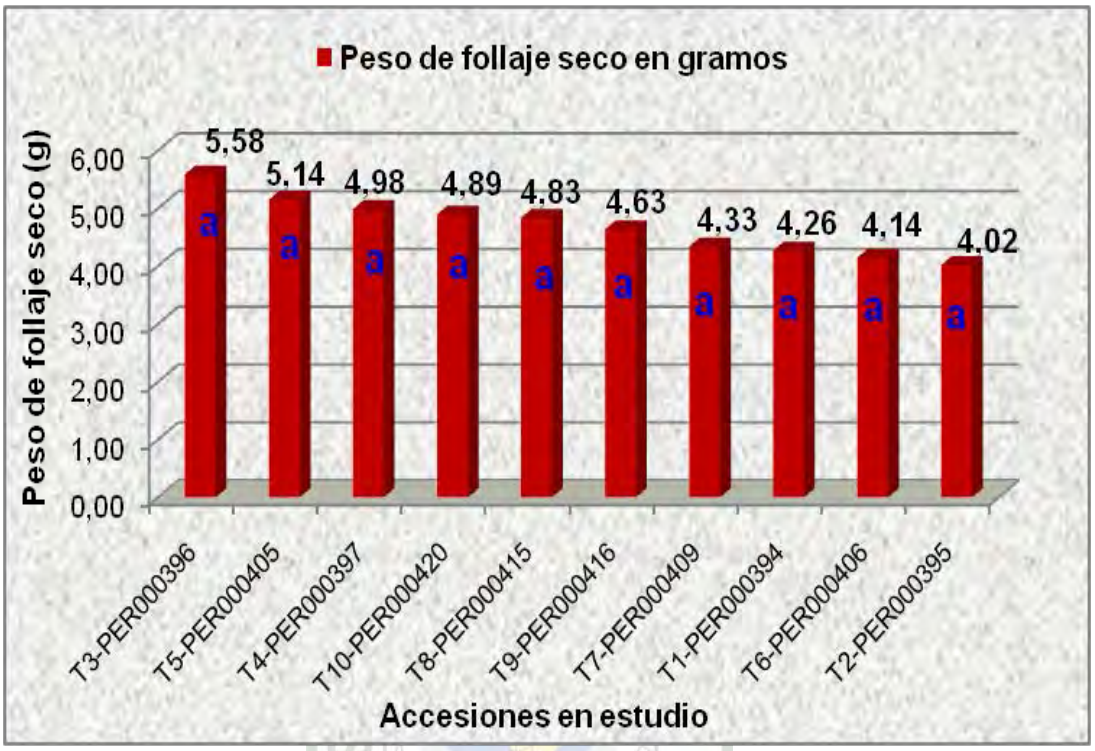


Gráfico Nº 20: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso seco de follaje (g)

5.5.3 Peso fresco de raíz (g).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 21), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 63.897%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 19.01%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables (Calzada, 1970).

Cuadro Nº 26: Análisis de variancia para el peso fresco de raíz (g).

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	43,15505	21,57752	4,64	(3,55-6,01)	*
Accesiones	9	104,99353	11,66595	2,51	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	83,70809	4,65045			
TOTAL	29	231,85667				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=11,34 g **R2 :** 63,897% **C.V.:**19,01%

En el Gráfico N°21, se observa que los T10 (Accesión 11 – PER000420) con 13.89, T6 (Accesión 06 – PER000406) con 13.25, T5 (Accesión 05 – PER000405) con 12.97 y T4 (Accesión 04 – PER000397) con 12.44 g. presentan mayor peso fresco de raíz, en comparación con los T7 (Accesión 07 – PER000409), T8 (Accesión 09 – PER000415), T3 (Accesión 03 – PER000396) , T9 (Accesión 010 – PER000416), T1 (Accesión 01 – PER000394) y T2 (Accesión 02 - PER000395) con pesos inferiores de 11.72, 11.56, 10.92, 9.65, 9.41 y 7.60 g.

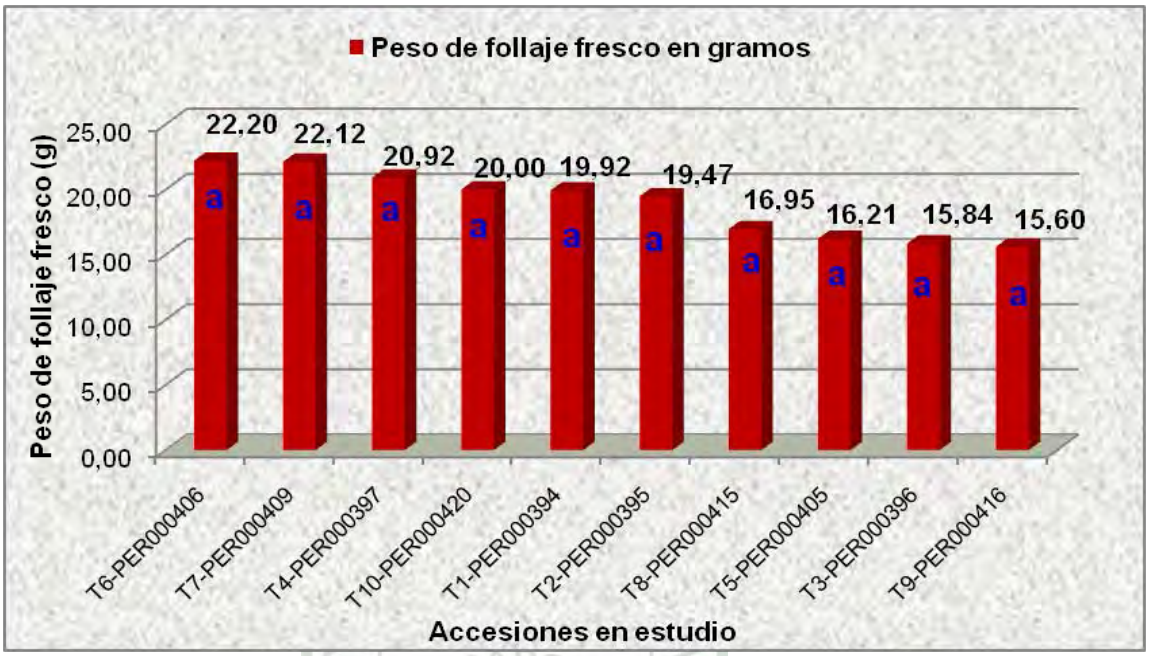


Gráfico Nº 21: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso fresco de raíz (g)

5.5.4 Peso seco de raíz (g).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 22), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 81.82% . Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 14.13%, resultado que se encuentra dentro de los rangos aceptables (Calzada, 1970).

Cuadro Nº 27: Análisis de variancia para el peso seco de raíz (g,)

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	4,61789	2,30894	33,31	(3,55-6,01)	**
Accesiones	9	0,99739	0,11082	1,60	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	1,24771	0,06932			
TOTAL	29	6,86299				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=1,86 g **R2 :** 81,82% **C.V.:**14,13%

En el Gráfico N°22, se observa que los T4 (Accesión 04 – PER000397) con 2.09, T3 (Accesión 03 – PER000396) con 2.08, T10 (Accesión 11 – PER000420) con 2.07 g. presentan mayor peso seco de raíz, en comparación con los T5 (Accesión 05 – PER000405) con 1.95, T8 (Accesión 09 – PER000415) con 1.94, T7 (Accesión 07 – PER000409) con 1.81, T6 (Accesión 06 – PER000406) con 1.79, T9 (Accesión 010 – PER000416) con 1.74, T2 (Accesión 02 - PER000395) con 1.61 y T1 (Accesión 01 – PER000394) con 1.56 g. que obtuvieron pesos inferiores.

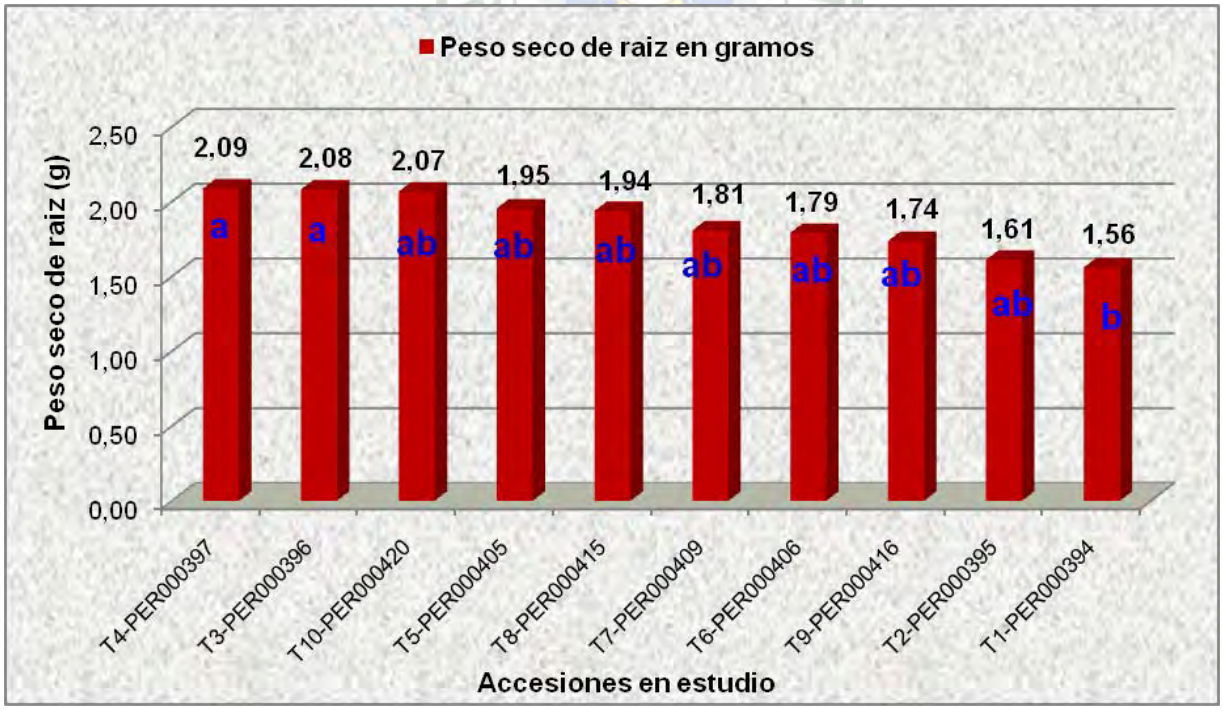


Gráfico Nº 22: Prueba de Duncan (p<0,05) para el peso seco de raíz (g,)

5.5.5 Área radicular (cm^2).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 28), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 41.45%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 24.73%, alto, debido a la heterogeneidad del material genético en estudio.

Cuadro Nº 28: Análisis de variancia para el área radicular (cm^2),

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	157,44881	78,72 440	4,44	(3,55-6,01)	*
Accesiones	9	68,44070	7,60452	0,43	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	319,02639	17,72369			
TOTAL	29	544,91590				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=17 cm^2 **R2 :** 41,45 % **C.V:** 24,73 %

En el Gráfico N°23, se observó que los T10 (Accesión 11 – PER000420) con 19.51 y T1 (Accesión 01 – PER000394) con 18.14 cm^2 presentan mayor área radicular, seguidamente los T6 (Accesión 06 – PER000406), T4 (Accesión 04 – PER000397), T8 (Accesión 09 – PER000415) y T3 (Accesión 03 – PER000396) con 17.88, 17.88, 17.74 y 17.61 cm^2 , a diferencia de los T2 (Accesión 02 - PER000395) con 16.16, T5 (Accesión 05 – PER000405) con 15.84, T9 (Accesión 010 – PER000416) con 15.30 y T7 (Accesión 07 – PER000409) con 14.21 cm^2, con menor área radicular.

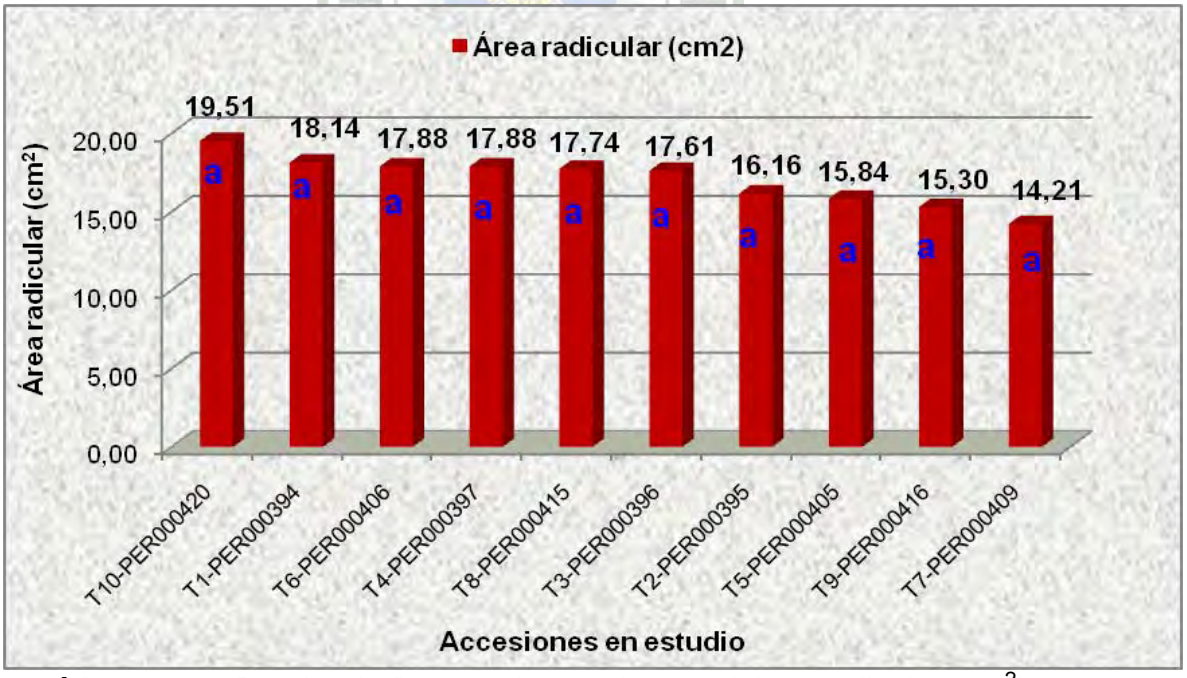


Gráfico Nº 23: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el área radicular (cm^2),

5.5.6 Área foliar (cm^2).

El análisis de varianza (ANVA) al 5% de error, mostrado en el (Cuadro Nº 29), indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones, con un coeficiente de determinación (R^2) de 44.025%. Así mismo se obtuvo un coeficiente de variación (C.V.) de 28.47%, alto, debido a la heterogeneidad del material genético en estudio.

Cuadro Nº 29: Análisis de variancia para el área foliar (cm^2),

F.Variación	G.L	SC	C.M	Fc.	Ft(0,05-0,01)	Signf,
Bloques	2	178025,2699	89012,6350	2,13	(3,55-6,01)	N.S
Accesiones	9	413140,5955	45904,5106	1,10	(2,46-3,60)	N.S
Error	18	751620,670	41756,704			
TOTAL	29	1342786,535				

N.S= No significativo *=Significativo **= Altamente significativo,

X=717,77 cm^2 **R2 :** 44,025% **C.V.:**28,46953%

Según los resultados obtenidos, nos indica que los T3 (Accesión 03 – PER000396) con 877.80, T5 (Accesión 05 – PER000405) con 831.50, T10 (Accesión 11 – PER000420) con 819.80 y T9 (Accesión 010 – PER000416) con 814.50, presentaron mayor área foliar con respecto a los T4 (Accesión 04 – PER000397) con 745.60, T8 (Accesión 09 – PER000415) con 734.90, T1 (Accesión 01 – PER000394) con 661.30, T2 (Accesión 02 - PER000395) con 616.40, T6 (Accesión 06 – PER000406) con 546.10 y T7 (Accesión 07 – PER000409) con 529.70 cm^2 respectivamente.

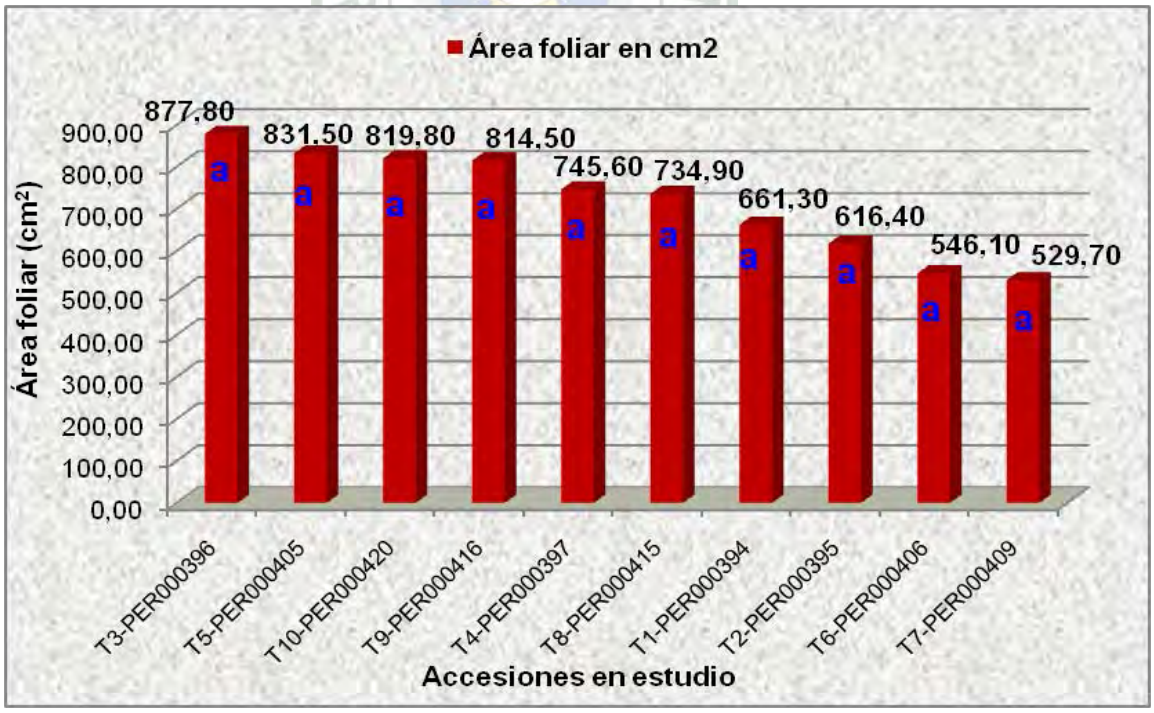


Gráfico Nº 24: Prueba de Duncan ($p<0,05$) para el área foliar (cm^2).

Gráfico Nº 25: Altura de planta en 10 accesiones de sacha inchi, evaluadas antes y después de la inoculación con 7500 individuos/1500 cc. de suelo.

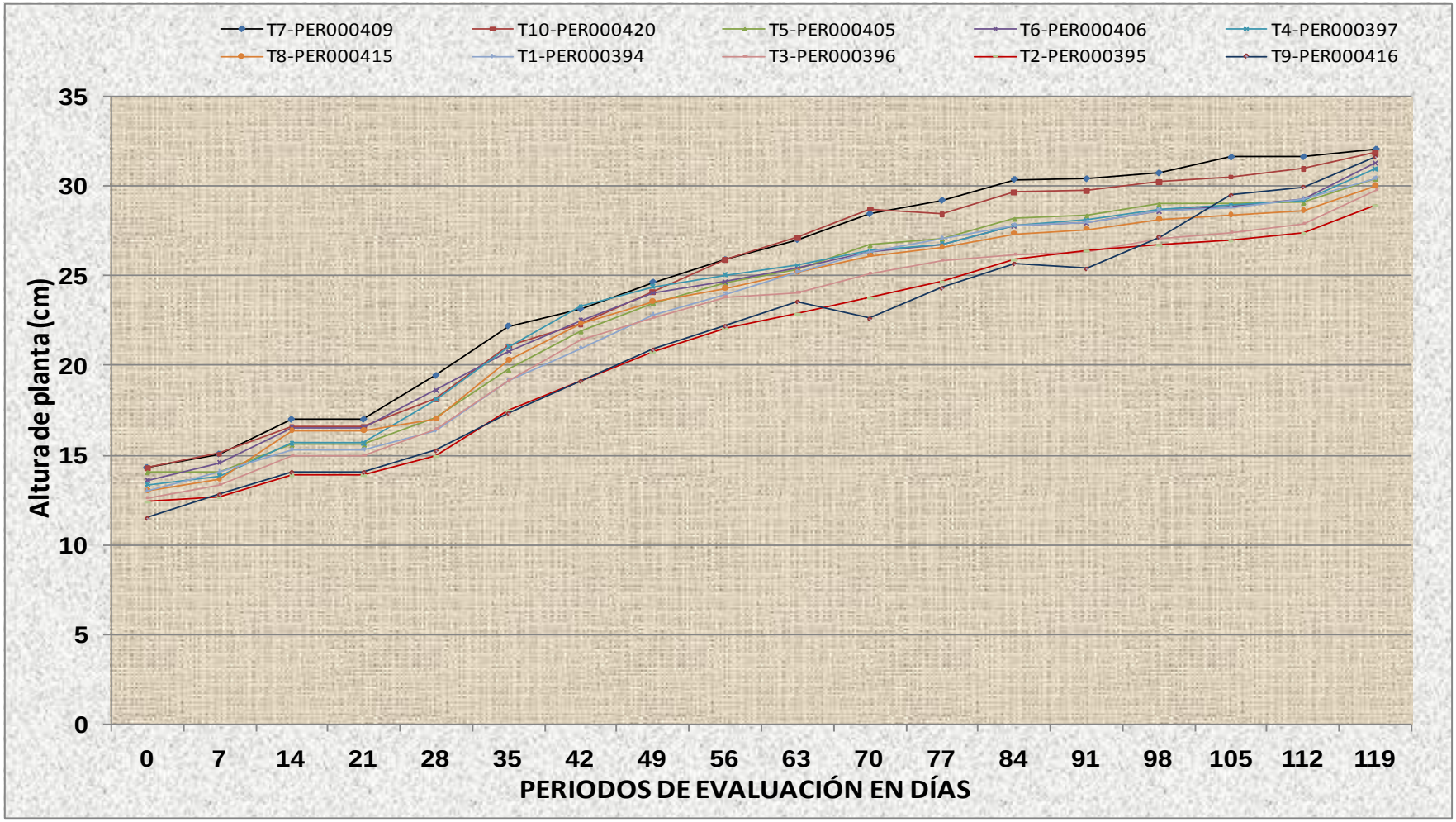
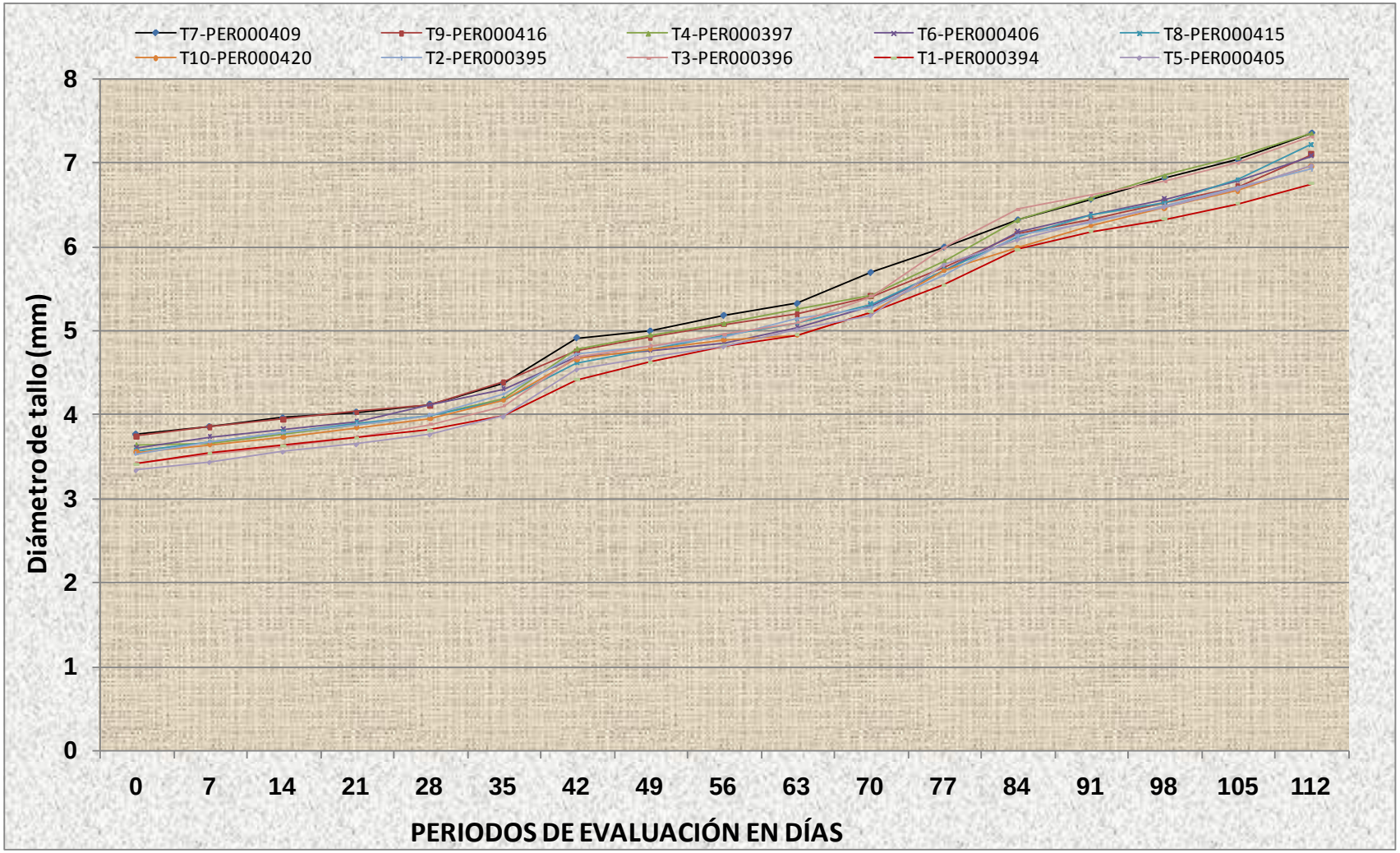


Gráfico Nº 26: Desarrollo del diámetro de tallo en 10 accesiones de sacha inchi, evaluadas durante 119 días antes y después de la inoculación con 7500 individuos/maceta.



VI. DISCUSIÓN

6.1. Emergencia de planta (d.d.s.) y aparición del 1$^{er.}$, 2$^{do.}$, 3$^{er.}$ y 4$^{to.}$par de hojas verdaderas (d.d.s.).

De acuerdo al análisis de varianza para la emergencia de plantas (Cuadros Nº 8, 9, 10, 11, 12 y 13, acerca de la aparición del 1$^{er.}$, 2$^{do.}$,3$^{er.}$ y 4$^{to.}$par de hojas verdaderas desde el día después de la siembra de semillas provenientes de 10 accesiones de la SUDIRGEB – INIA, se reporta coeficientes de determinación (R^2) de 66,16%, 71,27%, 70,65%, 93,62%, 97,83%, 90,31% respectivamente y coeficientes de variabilidad (C.V.) de 4,29%, 9,31%, 4,88%, 5,54%, 4,41%, 5,97; índices estadísticos que son aceptables para las pruebas de invernadero según (Calzada, 1972).

Así mismo cabe indicar de acuerdo a la prueba de Duncan (gráfico 1), la accesión PER000420, resultó ser la más precoz durante la emergencia frente a la accesión PER000395 quien resulto ser la más tardía durante la emergencia de plántulas, este fenómeno quizá se deba a la energía germinativa presente en cada semilla de cada accesión tal como lo reporta (Vargas 2008). Por otro lado la aparición de cotiledones y la aparición del 1$^{er.}$, 2$^{do.}$, 3$^{er.}$ y 4$^{to.}$ par de hojas verdaderas en los ecotipos puestos en estudio, fueron variables presentándose así los ecotipos como PER000416 (cotiledones-d.d.s), PER000397 (1er par de hojas- 1,33 d.d.a.c), PER000409 (2do par de hojas- 10,0 d.d.a.c), PER000397 (3er par de hojas- 10,66 d.d.a.c),

PER000416 (4$^{to.}$ par de hojas- 13,33 d.d.a.c), como los más precoces de acuerdo a cada estado de desarrollo.

6.2 Altura de planta

En los cuadros N° 12, N° 13 y N° 14, donde se muestran los análisis de varianza para la altura de planta de las 10 accesiones a los 0, 7 y 28 días después de la aparición del primer par de hojas verdaderas, podemos observar que existió significancia entre los bloques y las accesiones en estudio. Del mismo modo en los Gráficos N° 7, N° 8 y N° 9 se muestra que entre las accesiones hubo diferencia estadística, siendo la accesión que mostro el índice de crecimiento más alto la accesión PER000409 con valores promedios de 14.36 cm a los 0 días, 15.12 cm a los 7 días y 22.26 cm a los 28 días; seguido de la accesión PER000420 con 14.32 cm a los 0 días, 15.10 cm a los 7 días y 21.12 a los 28 días; a diferencia de las accesiones PER000395 y PER000416, las cuales arrojaron los índices de crecimiento promedio más bajos con valores de 12.47 cm y 11.55 cm a los 0 días, 12.70 cm y 12.86 cm a los 7 días y 17.51cm y 17.39 cm a los 28 días respectivamente. Indicándonos estos valores que las accesiones que tuvieron un mejor desarrollo en relación a la altura de planta fueron las accesiones PER000409 Y PER000420, pues mostraron los índices de crecimiento más altos a comparación de las demás accesiones, siendo las accesiones PER000395 Y PER000416, plantas de porte bajo a comparación de las demás.

6.3 Altura de planta a los 91 días de la inoculación.

En el cuadro N° 15, donde se muestra el análisis de varianza para la altura de planta a los 91 días después de la inoculación podemos observar que entre las accesiones no existió mucha significancia a comparación de los bloques en las que fue altamente significativo, observándose también una coeficiente de determinación R^2= 81.31% y un coeficiente de variabilidad C.V= 3.14. Del mismo modo en el gráfico N° 20 donde se muestra la prueba de Duncan ($p<0,05$) para la altura de plantas a los 91 días después de la inoculación, se puede observar que la accesión que mostro el índice promedio más alto la accesión PER000409 con 32.12 cm, seguido de la accesión PER000420 con 31.93 cm; siendo la accesión que mostro el índice promedio más bajo la accesión PER000395; valores que nos indican que estas accesiones siguieron teniendo un comportamiento normal en su desarrollo pues no se vio que exista algún retraso en su crecimiento; como se observa en la accesión PER000415 la cual muestra el tercer valor más bajo en altura de planta a los 91 días después de la inoculación con un índice promedio de 30.08 cm, a comparación de lo mostrado a la altura de planta a los 28 días y 0 días después de la inoculación en donde esta accesión arrojo el quinto valor más alto con 20.36 cm; demostrándonos estos parámetro que el efecto de los nematodos del nudo en relación al crecimiento y desarrollo de la planta, va a depender de la resistencia que muestre la planta al ataque, ya que algunas plantas no se ven afectadas teniendo un crecimiento normal, mientras que otras plantas si se ven afectadas mostrando una reducción en su crecimiento.

Así como lo corrobora (Agrios, 1995), donde menciona que: Los síntomas característicos en los órganos aéreos de las plantas afectadas por este nematodo aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, una menor producción de plantas y una baja calidad de sus productos; debiéndose considerar también que algunas plantas no se ven afectadas al inicio de la infección, como lo asevera (Christie, 1974), donde nos dice que: las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la estación de crecimiento y rara vez son destruidas prematuramente por la enfermedad. Siendo los síntomas más característicos de la enfermedad los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Del mismo modo (Gaviria, 1999), menciona que fisiológicamente las plantas absorben mayor cantidad de agua y aumentan su elongación, como respuesta inicial al ataque de nematodos.

6.4 Diámetro de tallo.

En el cuadro N° 16, N° 17 y N° 18, donde se muestran los análisis de varianza para el diámetro de tallo a los 0, 7 y 28 días después de la aparición del 1° par de hojas verdaderas; donde observamos que entre los bloques las variaciones fueron altamente significativas, pero no entre las accesiones en estudio, donde se muestra que no hubo significancia. Del mismo modo podemos ver en los gráficos N° 11, N°12 y N° 13, donde se muestran las pruebas de Duncan ($p<0,05$), para el diámetro de tallo, que las accesiones PER000409 Y PER000416, fueron las que mostraron los índices promedios

más altos con valores de 3.77 cm y 3.74 cm a los 0 días; 3.86 cm y 3.85 cm a los 7 días y 4.11cm y 4.12 cm a los 28 días; siendo las accesiones que mostraron los valores más bajos la PER000405, PER000394 y PER000396 con 3.34cm, 3.41 cm y 3.42 cm a los 0 días; 3.44 cm y 3.53 cm a los 7 días y 3.76 cm, 3.81 cm y 3.89 cm a los 28 días. Indicándonos estos resultados que las accesiones PER000416 Y PER00409 fueron las que tuvieron un mejor desarrollo fisiológico, demostrándose aquí que la accesión PER000416, es una planta robusta y de porte bajo pues dio uno de los índices promedio de diámetro más alto pero el índice promedio en altura de planta más bajo, a comparación de la accesión PER000409 que mostro ser una planta robusta y de porte alto.

6.5 Diámetro de tallo a los 84 días después de la inoculación

En el cuadro N° 19 donde se muestra el análisis de varianza para el diámetro de tallo a los 112 días después de de la aparición del 1° par de hojas verdaderas y 84 días después de la inoculación, se puede observar que entre los bloques la variación fue altamente significativa, a diferencia de las accesiones en donde solo fue significativo, arrojándonos este análisis un coeficiente de determinación R^2= 86.03% y un coeficiente de variabilidad C.V= 3.08. Del mismo modo en el gráfico N° 24 donde se muestra la prueba de Duncan ($p<0,05$) para el diámetro de tallo a los 84 días después de la inoculación, se puede observar que la accesión PER000397 Y PER000409 mostraron los índices promedios más altos con 7.35 cm cada uno, siendo los

tratamientos que mostraron los índices promedios más bajos las accesiones PER000394, PER000395 Y PER000420 con 6.75 cm, 6.93 cm y 6.96 cm. Indicándonos estos resultados que en lo referente a crecimiento de diámetro de tallo y la infestación de nematodos del nudo, no muestra una estrecha relación, ya que este desarrollo fisiológico no mostro ninguna variación en comparación con los datos tomados antes de la inoculación, ya que ninguna accesión mostro un diferencia considerable entre una y otra evaluación. Esto es corroborado por (Agrios, 1995 y Talavera, 2003), donde mencionan que las plantas infestadas por *Meloidogyne spp.*, muestran síntomas en los órganos aéreos similares a los producidos por enfermedades radiculares, disminuyendo el volumen de agua disponible para la planta, mostrando una mayor cantidad de hojas pequeñas, desarrollo deficiente, amarillamiento, marchitamientos; los frutos y las inflorescencias se atrofian reduciendo la producción.

6.6 Número de Nódulos por planta.

En el cuadro N° 20, donde se muestra el análisis de varianza para el número de nódulos por planta a los 99 días después de la inoculación, podemos observar que no hubo significancia entre los bloques y las accesiones en estudio, así mismo nos reporta un coeficiente de determinación de 54,34% y un coeficiente de variabilidad de 26,37%. Del mismo modo en el gráfico Nº 07 reporta, donde se muestra la prueba de Duncan ($p< 0.05$) podemos observar que no existió una marcada diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, observándose que la accesión PER000406 mostro el mayor número

de nódulos con un total de 660,5 nódulos/ planta a comparación al comportamiento de la accesión PER000394 quien mostró el índice de nodulación mas bajo con 361,20 nódulos/planta, indicándonos este resultado que la accesión PER000394 resulto ser la más tolerante al ataque del nematodo del nudo respecto a las demás accesiones, el comportamiento de la nodulación en sacha inchi es muy variable para muchas de las accesiones que se vienen investigando, resultando ser unas más tolerantes que otras tal como lo reporta (Manco, 2006). Del mismo modo hay que indicar que la resistencia natural que presentan algunas plantas hacia el ataque del nematodo del nudo es muy frágil, esto debido, a que parásito es capaz de romper la resistencia generada por el gen MI en las plantas; tal como lo corrobora (Talavera, 2003).

6.7 Número de huevos por 20 g de raíz y Número de Juveniles y adultos / 20 g de raíz.

En el cuadro N° 21 y 22 donde se muestran los análisis de varianza para el número de huevos obtenidos por 20 g. de raíz y el número de juveniles y adultos/ 20 g de raíz, podemos observar que entre las accesiones no existió significancia, a comparación de los bloques en donde fue altamente significativo. Del mismo modo observamos en el gráfico N° 16 y 17, la prueba de Duncan ($p< 0.05$) para el número de huevos por 20 g. de raíz y el número de juveniles y adultos/ 20 g de raíz; en donde se muestra que la accesión PER000420, fue la que mostró el mayor número de huevos, con un índice promedio de 30569 huevos /20g. de raíz, pero mostró un índice promedio de

5078 juveniles y adultos /20 g. de raíz; a comparación de la accesión PER00394 que mostró el mayor número de juveniles y adultos / 20 g. de raíz con un valor promedio de 9854 individuos/ 20 g, de raíz, pero en la prueba de Duncan para número de huevos 7 20 g de raíz mostró un índice promedio de 18961 huevos / 20 g. de raíz, pudiéndose determinar que existieron algunos factores que no permitieron una normal desarrollo de la biología de la hembra en este suelo, ocasionando un poco producción de huevos por masa de las hembras. Esto corroborado por (Arguello y Rueda, 2007); donde mencionan que: Durante su vida reproductiva, cada hembra puede depositar entre 6000 y 11000 huevos, dependiendo de las condiciones del suelo, esencialmente la temperatura, el grado de saturación del agua, el tipo de suelo y la disponibilidad de alimento. Así mismo podemos observar que la accesión PER000405, fue la que mostró el número de huevos promedio más bajo con 12631 huevos /20g. de raíz y el índice promedio más bajo de población con 3173 juveniles y adultos / 20 g de raíz ; mostrándonos en esta prueba que la accesión PER000405 tuvo cierto comportamiento a nivel radicular que inhibió el normal desarrollo de los huevos y juveniles con los que se infesto en un primer momento a las plantas, haciendo que existan una baja población de nematodos hembras, y por ende ocasionando una menor cantidad de huevos dentro de la rizosfera de esta accesión. Esto corroborado por (Taylor y Sasser, 1983); donde menciona que: Después de dejar la masa de huevos, la larva se mueve a través del suelo en busca de una raíz que pueda alimentarse. Parece que la búsqueda es al azar hasta que la larva se acerca a unos cuantos centímetros de una raíz. Luego guiada por alguna sustancia que

emana la raíz, se va trasladando directamente hacia la punta radicular. Del mismo modo (Agrios, 1995), menciona también que la mayor concentración de nematodos en la región apical de la planta se debe principalmente a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizósfera. A esto debe de añadirse el denominado efecto del factor de incubación de las sustancias que se originan en la raíz y se difunden en los alrededores del suelo estimulando notablemente la incubación de los huevecillos.

6.8 Número de Individuos por 100 cc de suelo y número de juveniles y adultos/ 20 g de raíces.

En el cuadro N° 22 y N°23, donde se muestran los análisis de varianza para el número de juveniles y adultos / 20 g. g de raíces y el número de individuos / 100 cc. de suelo; podemos observa que entre las accesiones no hubo significancia, a comparación de los bloques en donde se observa una significancia. Así mismo en el gráfico N° 17 y N° 18 donde se observan las pruebas de Duncan ($p<0,05$) para el número de juveniles y adultos/ 20 g de raíces y el número de individuos /100 cc de suelo, podemos observar que la accesión PER000409 fue la que mostro el índice promedio más alto con 176,63 individuos/ 100 cc de suelo, pero mostro un índice medio de 5747 juveniles y adultos/ 20 g de raíces; así mismo podemos observar que la accesión PER000394, fue la que dio el tercer promedio más bajo en relación al número de individuos/ 100 cc de suelo, pero dio el índice más alto en número de juveniles y adultos/ 20 g de raíces; del mismo modo podemos

observar que las accesiones PER000405 Y PER000397 mostraron una igualdad estadística, mostrando estas accesiones los índices promedios más bajos en relación al número de juveniles y adultos/ 20 g de raíces con valores promedio de 3173 y 3238 individuos, así como también los valores más bajos en relación a la población de nematodos/ 100 cc de suelo con índices promedios de 49,67 y 44,43 individuos / 100 cc de suelo respectivamente. Pudiéndose decir que existió algún efecto dentro del sistema radicular de algunas accesiones, las cuales hicieron que los juveniles no las reconocieran como hospedantes provocando una mayor movilidad de estos dentro del sustrato suelo; por lo que se explicaría porque existió una mayor población de individuos/ 100 cc de suelo, pero una menor población de juveniles y adultos/ 20 g de raíces en algunas accesiones, y en otras se vea un comportamiento contrario. Tal como lo corrobora (Lastres, 2007), donde menciona que: Las larvas suelen encontrar alimento rápidamente porque las hembras ovipositan cerca de las raíces más jóvenes y los exudados de las raíces son reconocidos a través de los labios de los nematodos, determinando si se trata de una planta hospedera o no. Los nematodos se mueven lentamente a través de los espacios que se forman entre las partículas del suelo aprovechando la humedad del mismo para desplazarse mediante movimientos ondulantes.

6.9 Biomasa, área foliar y radicular

En el cuadro N° 24 y N° 25, donde se muestran los análisis de varianza para el peso fresco y peso seco del follaje, se puede observar que entre las accesiones no existió significancia, pero entre los bloques fue altamente

significativo. Del mismo modo podemos observar en los gráficos N° 19 y N° 20, donde se muestran las pruebas de Duncan ($p<0,05$), se puede observar que la accesión PER000406 arrojo el valor promedio más alto en relación al peso de follaje fresco con 22.2 g., pero dio el segundo valor más bajo en peso seco del follaje con un promedio de 4.14 g.; a pesar que esta accesión en el gráfico N° 15 para la prueba de Duncan ($p<0,05$) para el número de nódulos por planta mostro el índice promedio más alto con 660.50 nódulos/ planta. Así mismo podemos observar que la accesión PER000396 mostro el valor promedio más alto en relación al peso seco del follaje con 5.58 g., pero arrojo el segundo valor más bajo en relación al peso fresco con un índice promedio de 15.60; aunque en ambas pruebas no existió diferencia estadística entre las accesiones; se puede decir que la accesión PER000406, fue la accesión que mostro cierta resistencia al ataque de nematodos ya que a pesar que tuvo el índice de nodulación mas alto, fue en la que no se observó ninguna disminución en sus procesos fisiológicos como lo menciona (Agrios, 1995 y Martanez, 2005); donde dicen que los síndromes de las enfermedades de las plantas producidas por los nematodos son complejas. Las especies que se alimentan de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes disponibles del suelo y de esta manera producen síntomas de deficiencia de agua y nutrientes en los órganos aéreos de ellas como pérdida de vigor, reducción de largo de brotes, entrenudos cortos, hojas pequeñas, clorosis, etc. Como también menciona (Christie, 1974), donde dice que a pesar de que las raíces presenten vesículas no significa, por necesidad, que se retarde gravemente el desarrollo de la planta. Cuando son favorables

las condiciones de desarrollo, especialmente con abundante humedad y fertilidad, algunas plantas pueden contener una infestación importante sin que se afecte seriamente su desarrollo.

6.10 Peso Seco y fresco de las raíces

En el cuadro N° 24 y N° 25, donde se muestran los análisis de varianza para peso fresco y seco de las raíces, se puede observar que entre las accesiones en estudio no existió significancia pero si la hubo entre los bloques. Del mismo modo observamos los gráficos N° 19 y N° 20, donde se muestran las pruebas de Duncan ($p<0,05$) para peso fresco y seco de las raíces; en donde se puede notar que entre los tratamientos (accesiones) hubo diferencia estadística; siendo la accesión quien mostro el índice promedio más alto en relación al peso fresco de raíces, la accesión PER000420 arrojando un valor promedio de 13.89 g; pero el tercer promedio más alto referente a peso seco de raíz con un valor promedio de 2.07 g; a diferencia de lo que se muestra en la accesión PER000406, la cual arrojo el segundo promedio más alto en relación al peso fresco de la raíz con 13.26 g., pero mostro el cuarto índice más bajo en referencia al peso seco de raíces en g. con un promedio de 1.79 g; a pesar que en el gráfico N° 15 donde se ve la prueba de Duncan para número de nódulos/ planta, fue la accesión PER000420 quien arrojo el cuarto valor más alto en número de nódulos por planta con un promedio de 533.90 nódulos; a diferencia de la accesión PER000406 quien dio el valor promedio más alto con 660.50 nódulos. Del mismo modo podemos observar que las accesiones PER000394 y PER000395, arrojaron los promedios más bajos

para peso fresco con 9,41 y 7,60 g. Así como también, para peso seco de raíz con 1,56 y 1,61 g. observándose también que estas accesiones mostraron los valores más bajos en referencia al índice de modulación siendo la accesión PER000394, la que dio el valor promedio más bajo con 361,2 nódulos; al igual que la accesión PER000395, quien mostro el tercer valor más bajo con 388.70 nódulos/ planta. Demostrándonos estás pruebas que existe una estrecha relación con el número de nódulos y el peso fresco y seco de las raíces, ya que al momento en que el nematodo del nudo ingresa a la raíz, segregan ciertas sustancias que destruyen el tejido celular de las raíces provocando un crecimiento desordenado de células (hiperplasia), las cuales se encuentran llenas de líquido celular; las cuales al ser secadas muestran un tejido corchoso sin peso, esta respuesta que da la planta responde también a la resistencia que esta ejerce pues hay plantas en las que la hiperplasia no es muy severa. Así como lo corrobora (Christie, 1974); donde menciona que: Si la planta es un huésped adecuado, no evolucionan las células cercanas a la cabeza del parásito, hasta lo que, normalmente, hubieran sido xilema, floema y otros elementos de un cilindro central. Bajo la influencia del estimulo que provoca la secreción que inyectan por medio del estilete, se forman las llamadas “células gigantes”. Hablando estrictamente éstas no son células sino masas de protoplasma, más o menos desnudas, de las que se alimentan los nematodos. La formación de células gigantes (Hiperplasia), por estímulo, no es el único efecto que producen los parásitos en los tejidos que los rodean. La proliferación e hipertrofia de las células corticales da por resultado la formación de las conocidas dilataciones o vesículas. Estas raíces se hinchan

en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas.

6.11 Área Radicular

En el cuadro N° 18, donde se muestra el análisis de varianza para el área radicular en cm^2, podemos observar que entre los bloques hubo significancia pero entre las accesiones no existió significancia; del mismo modo podemos observar un coeficiente de determinación R^2= 41,45% y un coeficiente de variabilidad C.V= 24,73%. Así mismo se observa en el Gráfico N° 15 donde se muestra la prueba de Duncan ($p<0,05$) para el área radicular en cm^2, que no hubo diferencia estadística entre las accesiones en estudio; mostrándonos que la accesión PER000420 fue la que mostro el índice promedio más alto con 19,51 cm^2 de área radicular, seguido de la accesión PER000394 con un valor promedio de 18,14 cm^2; siendo las accesiones que mostraron los índices más bajos la PER000416 Y PER000409 con valores promedios de 15,30 y 14,21 cm^2 respectivamente; valores que se muestran a pesar que la accesión PER000420 fue la que arrojo el cuarto promedio más alto en relación al número de nódulos por planta con 533.90 nódulos; y la accesión PER000394 la que dio el valor más bajo con un índice promedio de 361.30 nódulos/ planta como se muestra en el gráfico N° 07 en la prueba de Duncan ($p<0,05$) para número de nódulos/ planta; parámetros que nos indican la estrecha relación que existe entre el número de nódulos/ planta y el área radicular, esto debido a las distintas reacciones que pueden mostrar el sistema radicular de las plantas al ataque de los nematodos del nudo, ya que

muchas plantas al ser infestadas por este parasito estimulan el crecimiento desordenado de raicillas, esto como una respuesta fisiológica al ataque. Así como lo corrobora (Christie, 1974); donde menciona que: Los nematodos formadores de nódulos de la raíz dañan a las plantas al debilitar las puntas de las raíces y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva. En las raíces infectadas por algunas de las especies de este nematodo se forman, además de agallas o vesículas, la producción de varias ramificaciones cortas de la raíz cerca de la región de la invasión, las cuales nacen en la parte superior de la agalla formando un sistema radicular denso y tupido, mostrándose una combinación de vesículas y de raíces en escobilla. Así mismo (Talavera, 2003), menciona que: La infección de las raíces produce engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que albergue.

6.12 Área foliar

En el cuadro N° 19, donde se muestra el análisis de varianza para el área foliar en cm^2; podemos observar que no existió significancia entre los bloques ni entre las accesiones; mostrándonos un coeficiente de determinación R^2= 44.03% y un coeficiente de variabilidad C.V= 28.47%. Del mismo modo en el gráfico N°16 donde se presenta la prueba de Duncan ($p<0,05$) para el área foliar en cm^2, podemos observar que no existió diferencia estadística entre las accesiones puestas en estudio, siendo la accesión que mostro el valor promedio más alto la accesión PER000396 con 877.80 cm^2 de área foliar, seguido de la accesión PER000405 con 831.50 cm^2; del mismo modo en esta

prueba podemos observar que los las accesiones PER000406 Y PER000409, arrojaron los valores promedios más bajos con 546.10 y 529.70 cm^2 de área foliar, índices que se presentan a pesar que en la prueba de Duncan ($p<0,05$) para el área foliar, la accesión PER000396 mostro el quinto valor promedio más bajo en relación al área radicular con 17.61 cm^2 , del mismo modo la accesión PER000405 quien arrojo el tercer valor promedio más bajo de área radicular con 15.84 cm^2; así mismo observamos que la accesión PER000409 al igual que en el área foliar también mostro el valor más bajo en área radicular. Parámetros que nos indican la relación que existe entre el crecimiento del área foliar y el desarrollo radicular, relación, que va a depender de la tolerancia que muestre la planta al ataque del nematodo; ya que las plantas que son afectadas por el nematodo del nudo pueden ver afectado su desarrollo foliar esto debido a la hipertrofia, producto del crecimiento desordenado de células (hiperplasia) en el sistema radicular de esta. Esto corroborado por (Agrios, 1995), donde menciona que: Los nematodos que infectan a las plantas producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas, ya que las especies que se alimentan de las raíces posiblemente disminuyen la capacidad de las plantas de absorber agua y nutrientes disponibles del suelo y de esta manera producen síntomas de deficiencia de agua y nutrientes en los órganos aéreos de ellas como pérdida de vigor, reducción del largo de brotes, entrenudos cortos, hojas pequeñas, clorosis, etc.

VII. CONCLUSIONES

7.1 De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que las accesiones puestas en estudio (PER000394, PER000395, PER000396, PER000397, PER000405, PER000406, PER000409, PER000415, PER000416, PER000420) en condiciones de invernadero, no son tolerantes al nematodo del nudo (***Meloidogyne spp***.), por presentar un promedio de 468,22 nódulos, lo cual califica al cultivo como hospedero de este fitoparasito; no pudiéndose determinar las escalas de daño.

7.2 El tratamiento T7, compuesto por la accesión PER00409 y el tratamiento T10 compuesto por la accesión PER000420, manifestaron un comportamiento superior a las demás accesiones en su crecimiento y desarrollo,.

7.3 Las accesiones PER000395 y PER000394 resultaron ser las menos tolerantes entre las accesiones estudiadas, debido a un bajo crecimiento y desarrollo, como consecuencia al efecto del nematodo del nudo.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 Debido a la muy poca tolerancia ó alta susceptibilidad de las accesiones estudiadas en condiciones de invernadero, se recomienda continuar las evaluaciones incluyendo otras accesiones y/o ecotipos silvestres, incluyendo como testigos a estas accesiones.

8.2 Así mismo, se sugiere la evaluación del material genético sobresaliente estudiado, con la finalidad de evaluar la productividad.

8.3 Por la alta susceptibilidad del Sacha Inchi a *Meloidogyne* spp., recomendamos investigar posibles patrones de la familia Euphorbiaceae con tolerancia a este patógeno para su uso en injertos con las accesiones promisorias en rendimiento (kg./ha. de semilla seca y contenidos de aceites Omegas 3, 6 y 9) de la SUDIRGEB – INIA.

IX. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Agrios, G. 1994. “Fitopatología” Segunda Edición 734 – 743 p.

2. Arévalo, G. 1996. El cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*.L) en la amazonia. Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA. Lima Perú.

3. Arguella, M, Rueda, F; Lastres, J. 2007. “M.I.P de Cucurbitáceas”. Pág 30 – 40; 1° Edición; Costa Rica 2007.

4. Calzada, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación.

5. Canto, M. 2005. Manual de Nematología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

6. Canto, M. 2005. Nemátodos fitopatógenos. Departamento de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

7. Canto, M. 2005. Nematología Escuela de Postgrado. Fitopatología, Entomología y MIP. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

8. Cornejo y Valles (1991). “El Sacha Inchi,Planta Nativa de Importancia Proteica y Aceitera promisoria de la Selva Alta”. Separatas 8p.

9. Charles Volcy, 1998. Diversidad y Parasitismo en plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.16-18p.

10. Christie, J. R. 1974. “Nematodos de los vegetales, su ecología y control” – Departamento de Entomología. Editorial Limusa; La Florida – Estados Unidos 1974. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 p.

11. INIA - E.E.A. “El Porvenir” – INCAGRO, 2008. “Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”. Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología SUDIRIGEB. Estación Experimental Agraria “El Provenir”. Triptico de divulgación. Tarapoto – San Martín- Perú.

12. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. 2004 CD-ROM Amazonia Peruana. Consorcio de instituciones Amazónicas. Publicaciones.

13. Manco, E. 1994. Situación y Avances del Cultivo de Sacha Inchi en el Perú”. Dirección Nacional de Investigación en recursos Genéticos 30p.

14. Martínez, a. p. 2005. “Control biológico e integrado de enfermedades y nematodos”. Universidad de Chile. Web site - www.mazinger.sisib.uchile.cl.

15. Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria – OIRSA. 2005. Técnicas de extracción o aislamiento de nemátodos fitoparásitos de partes vegetales y suelo.

16. Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. 2005**.** Tríptico divulgativo “El cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis.*L). Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria “El Porvenir”.

17. Talavera, M. 2003. “Manual de Nematología agrícola – Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicas de agrupaciones de defensa vegetal”. Instituto de recerca i formció agrária i pesquera. Conselleria d´ Agricultura i Pesca de les iles Balears. Pág 1 – 9. Brasil 2003.

18. Taylor, A.L. y Sasser, J.N. (1983). Biología, Identificación y control de los Nemátodos de nódulo de la Raíz (especies *Meloidogyne*). 2- 3p.

19. Valles, (1987),” El cultivo de Sacha Inchi”. Tarapoto – San Martín – Perú 3-4p.

20. Vargas, (2008), “Determinación de la Viabilidad de la Semilla de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) bajo condiciones de almacenamiento en cámara fría y condiciones normales en Tarapoto”. 11- 12p.

X. RESUMEN

Se evaluaron 10 accesiones de *Plukenetia volubilis* L. “Sacha Inchi” procedentes de la Colección Nacional de la Subdirección de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología-SUDIRGEB de la Estación Experimental “El Porvenir” del INIA; con el objetivo de determinar los genotipos promisorios con mayores niveles de tolerancia al nemátodo *Meloidogyne* sp. bajo condiciones de invernadero y elaborar una escala de medición de daños ocasionados por el fitoparásito. Las variables estudiadas fueron: Emergencia de planta, Aparición de Cotiledones y del 1$^{er.}$, 2do, 3$^{er.}$ y 4$^{to.}$ par de hojas verdaderas (días después de la siembra, d.d.s.); Incidencia de *Meloidogyne* sp. en muestras de raíz y suelo; Biomasa (peso fresco y seco de raíz y follaje), Área Foliar y Radicular (cm^2); Altura de planta (cm) y Diámetro de tallo (cm). Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA), diez tratamientos con tres repeticiones, utilizándose 5 unidades experimentales (plantas). Los ensayos se desarrollaron en el marco del Subproyecto “Generación de líneas élites de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), de alta productividad, con alto contenido de aceites omega y tolerantes a nemátodos (*Meloidogyne* spp.) para su cultivo en la región amazónica”. Los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia significativa entre las accesiones evaluadas, no presentándose tolerancia en ninguna de las accesiones a *Meloidogyne* spp.; sin embargo las accesiones T7-PER00409 y T10- manifestaron un comportamiento superior a las demás accesiones en su crecimiento, lo cual podría deberse a un posible mecanismo de evasión al patógeno y las accesiones PER000395 y PER000394 resultaron ser las más susceptibles, debido a un bajo

crecimiento, que podría ser consecuencia al efecto del nemàtodo del nudo; lo cual debería corroborarse evaluándose las accesiones en campo definitivo.

La información obtenida podrá aumentar el entendimiento de las accesiones conservadas en la Colección INIA-SUDIRGEB de la Estación Experimental "El Porvenir" y será una importante herramienta para planificar futuras colecciones y gestión de germoplasma, así como para el desarrollo de investigaciones en el mejoramiento genético de la especie.

UNSM TARAPOTO UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

XI. SUMMARY

We evaluated 10 accessions of *Plukenetia volubilis* L. "Sacha Inchi" from the Collection Division of the National Research on Genetic Resources and Biotechnology-SUDIRGEB the Experimental Station "El Porvenir" INIA, with the aim of identifying promising genotypes with higher tolerance to nematode *Meloidogyne* sp. under greenhouse conditions and to develop a scale to measure damage from Fitoparasíticos. The variables were: Emergency plant, and the Emergence of Cotyledons 1st., 2nd, 3rd. and 4th. pair of true leaves (days after sowing, DAS); Incidence of *Meloidogyne* sp. samples of root and soil biomass (fresh and dry weight of root and foliage), leaf area and Radicular (cm2), plant height (cm) and stem diameter (cm). The statistical analysis used a completely randomized block design (DBCA) ten treatments with three replicates using 5 experimental units (plants). The tests were conducted under the Subproject "Generation of elite lines of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), high productivity, high in omega oils and tolerant to nematodes (*Meloidogyne* spp.) For cultivation in the Amazon region. The results show that there is no significant difference among the accessions evaluated, presenting no tolerance for any of the accessions to *Meloidogyne* spp. But accessions PER00409-T7-T10 and showed a performance superior to the other accessions in its growth, which could be a possible mechanism of evasion and the pathogen accessions PER000395 and PER000394 were the most susceptible because of low growth, which could be due to the effect of knot nematodes, which should be corroborated with the accessions evaluated in the final field . The information may increase understanding of the accessions conserved in the

Collection of INIA-Experimental Station SUDIRGEB "El Porvenir" and it will be an important tool for future planning and management of germplasm collections and for the development of research in genetic improvement of the species.

ANEXOS

ANEXO 1: EXTRACCIÓN DE RAICES ENFERMAS DE PLANTAS INFESTADAS CON *Meloidogyne* spp.

Fig. 13: Extracción de raíces enfermas de Juan Guerra

Fig. Nº14: Extracción de raíces enfermas de Pinto

Fig. Nº 15: Planta de Sacha inchi, afectada por *Meloidogyne* sp.

Fig. Nº16: Muestra de raíces enfermas.

Fig. Nº 17: Muestra de raíz totalmente infestada.

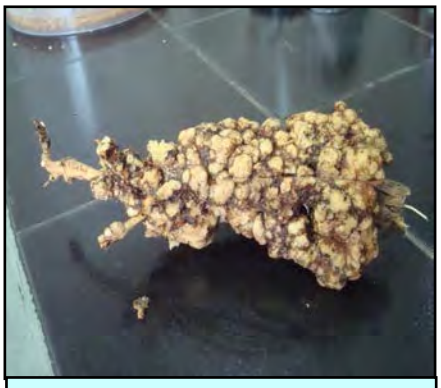


Fig. 18: Raíz afectada por el nematodo del nudo

ANEXO 02: PROCESAMIENTO DE MUESTRAS PARA LA EXTRACCIÓN DE HUEVOS DE NEMATODOS *Meloidogyne* spp.

Fig. Nº 19: Lavado de Raíces

Fig. Nº 20: Corte de Raíces

Fig. Nº 21: Trituración de Raíces

Fig. Nº 22: Preparación del hipoclorito de Sodio al 1%

Fig. Nº 23: Mezcla de raíces trituradas, con NaCl al 1%

Fig. Nº24: Agitación por 10 min. Para desprender los huevos de nematodos de las raíces.

Fig. Nº 25: Tamizado de raíces, para colectar huevos de *Meloidoyne* sp.

Fig. Nº 26: Colecta de Huevos de *Meloidogyne* sp.

Fig. Nº27: Conteo de huevos de *Meloidogyne* sp. en la alicuota para definir dosis.

ANEXO 03: INOCULACION DE DOSIS A MACETAS

Fig. Nº 28: Inóculo a una concentración de 500 indiv./100cc de suelo.

Fig. Nº 29: Inóculo de huevos de nematodos *Meloidogyne* sp

Fig. Nº 30: Inoculación de huevos de nematodos *Meloidogyne* sp