

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área donde se realizó el experimento

La investigación se efectuó de enero del 2009 a septiembre del 2010, en la zona La Playita del valle del Chota-Imbabura y se complementó con análisis de muestras de raíces en el laboratorio de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizada en Cutuglahua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

El sitio del experimento se encuentra ubicado en:

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Ambuquí
Altitud:	1635 m.s.n.m.
Latitud:	00°27'45''N
Longitud:	78°00'45''W
Temperatura máxima:	25,19° C*
Temperatura mínima:	13,74° C*
Humedad relativa:	74,19%*
Precipitación:	482,31mm*

* Datos proporcionados por la Estación Meteorológica "Cambell" perteneciente al canal de riego de Salinas – Imbabura.

La investigación se realizó en dos fases:

1. Primera fase: determinación del comportamiento de 10 accesiones y dos variedades de maní al parasitismo de *M. incognita* y *N. aberrans*, en macetas.
2. Segunda fase: evaluación agronómica de 10 accesiones y dos variedades de maní a las condiciones del valle del Chota en campo.

3.2. Primera fase: determinación del comportamiento de 10 accesiones y dos variedades de maní al parasitismo de *M. incognita* y *N. aberrans*.

3.2.1. Factores en estudio

a) Germoplasma de maní (10 accesiones y 2 variedades comerciales) (Cuadro 5):

Cuadro 5. Germoplasma de maní evaluado

N°	Accesiones
1.	ECU - 11418
2.	ECU - 16528
3.	ECU - 11501
4.	ECU - 16485
5.	ECU - 11833
6.	ECU - 16507
7.	ECU - 16543
8.	ECU - 16476
9.	ECU - 16506
10.	ECU - 12459
11.	INIAP – Rosita
12.	Caramelo

b) Inoculación de nematodo:

1. *M. incognita*
2. *N. aberrans*
3. Ninguno

3.2.2. Metodología:

Se evaluaron 36 tratamientos, conformados por las 10 accesiones y dos variedades comerciales de maní inoculados con cada género de nematodo (24 tratamientos) más los 12 materiales sin inocular ningún género de nematodo y 10 testigos referenciales (Cuadro 6). Los testigos referenciales sirvieron únicamente para determinar la confiabilidad de los resultados del experimento, y consistió en inocular 35 000 larvas J2 de *M. incognita* y *N. aberrans*/maceta, en forma individual a 10 plántulas de una variedad de tomate de mesa (Anexo 4).

Cuadro 6. Tratamientos evaluados para determinar la resistencia o tolerancia de las accesiones y variedades de maní al parasitismo de los nematodos *M. incognita* y *N. aberrans*.

Factores Accesiones	<i>N. aberrans</i>		<i>M. incognita</i>		Sin nematodos
	Tratamientos	Testigos Referenciales	Tratamientos	Testigos Referenciales	
ECU - 11418	V1 N1	TgR N1	V1 N2	TgR N2	V1 N3
ECU - 16523	V2 N1	TgR N1	V2 N2	TgR N2	V2 N3
ECU - 11501	V3 N1	TgR N1	V3 N2	TgR N2	V3 N3
ECU - 16485	V4 N1	TgR N1	V4 N2	TgR N2	V4 N3
ECU - 11833	V5 N1	TgR N1	V5 N2	TgR N2	V5 N3
ECU - 16507	V6 N1		V6 N2		V6 N3
ECU - 16543	V7 N1		V7 N2		V7 N3
ECU - 16476	V8 N1		V8 N2		V8 N3
ECU - 16506	V9 N1		V9 N2		V9 N3
ECU - 12459	V10 N1		V10 N2		V10 N3
INIAP – Rosita	V11 N1		V11 N2		V11 N3
Caramelo	V12 N1		V12 N2		V12 N3

V = Accesiones; **TgR** = Testigo referencial Tomate variedad Fortuna; **N1** = *N. aberrans*;

N2 = *M. incognita*; **N3** = Sin nematodos

3.2.3. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por una maceta (funda de plástico de 3,5 kg de capacidad de suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1) con suelo esterilizado y una plántula de cada material de maní con 6 repeticiones, al distancia entre unidades experimentales fue de 0,40 m y entre camas de 1m.

3.2.4. Diseño experimental

Considerando que la presente investigación fue de tipo descriptiva, se distribuyeron bajo un diseño de bloques completos al azar (Anexo 2), en camas del sombreadero para controlar la variabilidad y no para analizar estadísticamente las variables, éstas fueron utilizadas para determinar el comportamiento de las accesiones de maní al parasitismo del nematodo, mediante los criterios de Cook (1974) modificados por Canto-Sáenz (1985)

3.2.5. Variables y métodos de evaluación.

3.2.5.1. Índice de reproducción del nematodo

Para medir esta variable se utilizó la relación propuesta por Seinhorst (1970):

$$I = Pf/Pi , \text{ donde:}$$

I = Número de veces que se incrementa la población.

Pi = Población inicial (la población de 35 000 larvas J2 y huevos que se inocularon por funda).

Pf = Población final en la planta o funda, al momento de la última cosecha.

Para determinar la población final se extrajo el sistema radicular, se pesó, se lavó y se cortó en trozos pequeños de 1 – 2 cm, se homogenizó y procesó por el método de Hussey y Barker (1973), el número de nematodos y huevos extraídos del sistema radicular se expresó en número de huevos y larvas J2/funda.

3.2.5.2. Rendimiento.

En cada cosecha se registró el peso en cascara de cada maceta (1 planta) y se registró en g/planta (Anexo 3). La suma de las cosechas de cada maceta dio el rendimiento promedio por planta. En esta variable, utilizando la prueba “t de Student”, se comparó la media de los valores registrados de las 6 plantas sin inocular con la media de los valores de las 6 plantas inoculadas, para determinar estadísticamente si el rendimiento de las plantas sin inocular era igual o diferente al rendimiento observado en plantas inoculadas.

Posteriormente, la respuesta de los materiales se determinó al comparar los valores del índice de incremento de la población del nematodo, con el rendimiento (resultado de la prueba “t de Student”), mediante los criterios de Cook (1974) modificados por Canto-Sáenz (1985) indicados en el Cuadro 1.

3.2.7. Manejo específico del experimento

Para el establecimiento del experimento se construyó un umbráculo, en éste se establecieron camas de 1 m de ancho y 15 m de largo, separados por caminos de 0,50 m. Las camas se cubrieron con plástico negro para evitar que las macetas se contaminen con población de nematodos presentes en el suelo.

El sustrato utilizado para las macetas fue tierra de páramo y arena de río en proporción de 3:1. La tierra de páramo se tamizó con una zaranda para separar partículas extrañas y homogenizar la misma. El sustrato se colocó en cada una de las macetas, las cuales se etiquetaron, se ubicaron en cada cama, se regó y se sembró una semilla, previamente desinfectada con Carboxil (Vitavax), por maceta.

El inóculo de los dos nemátodos *M. incognita* y *N. aberrans* se obtuvieron de plantas de tomate afectadas por los nemátodos, en forma individual, de las zonas de Pimampiro y Valle del Chota. En el laboratorio de nematología de la Estación Santa Catalina se extrajo el inóculo de las plantas afectadas según el método de hipoclorito de sodio de Hussey y Barker (1973).

La inoculación se realizó a los 21 días después de la siembra con la suspensión de nematodos (huevos y larvas J2), se colocó a través de cuatro agujeros efectuados en la maceta alrededor de la base de la planta, a una profundidad de 10 cm con la ayuda de una pipeta tanto a los materiales así como también a los testigos referenciales. Esta actividad se realizó en la tarde para evitar que los nematodos mueran evitando así el fallo del ensayo.

Se realizaron riegos con regadera cada 2 días durante la etapa de crecimiento y floración, luego cada 4 días durante la etapa de formación de la vaina y llenado. Anterior a la cosecha se interrumpió el riego para evitar una germinación temprana del maní en cáscara.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron aplicaciones de fertilizante 12-11-18 soluble en una dosis de 15 gramos en 60 litros de agua y aplicados 250 ml de solución en cada maceta. Además se complementó con aplicaciones foliares de los productos Peka (micronutrientes) en dosis de 20 ml en 10 litros de agua; Bioteka (micronutrientes + bioestimulantes) en dosis de 20 ml en 10 litros de agua.

Las labores culturales que se realizaron en los ensayos fueron rascadillo y un pequeño aporque al momento de la floración y llenado de vaina.

Para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se realizaron aplicaciones alternadas de acefato en dosis de 10 gr/20 litros de agua y Sensei (Imidacloprid) en dosis de 10 ml en 10 litros de agua. Además se colocaron 3 trampas de plástico amarillo untadas con aceite agrícola, melaza e insecticida (cipermetrina).

Para control de mancha cercospora (*Cercospora personata*) se utilizó Daconil (Clorotalonil) en una dosis de 40 ml en 10 litros de agua y Luxazim (Carbendazim) en dosis de 10 ml en 10 litros de agua.

Las aplicaciones se efectuaron con bomba de mochila previa realización de un periódico monitoreo de enfermedades y plagas que prevalecieron en el ensayo.

La cosecha se realizó a partir de los 5 meses, cuando se observaron plantas con madurez fisiológica, se extrajo el sistema radicular y se procedió a secar las vainas las mismas que fueron pesadas. El sistema radicular extraído fue llevado al Laboratorio de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP para su análisis.

3.3. Segunda fase: evaluación agronómica de 10 accesiones y 2 variedades comerciales de maní a las condiciones ambientales del valle del Chota.

3.3.1. Características del área de estudio

El sitio del experimento se encuentra ubicado en:

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Ambuquí
Altitud:	1635 m.s.n.m.
Latitud:	00°27'45''N
Longitud:	78°00'45''W
Temperatura máxima:	25,19 °C*
Temperatura mínima:	13,74 °C*
Humedad relativa:	74,19%*
Precipitación:	482,31mm*

* Datos proporcionados por la Estación Meteorológica "Cambell" perteneciente al canal de riego de Salinas – Imbabura.

3.3.2. Metodología

3.3.2.1. Factor en estudio:

Germoplasma de maní, 12 materiales (Cuadro 5).

3.3.2.2. Tratamientos:

Se evaluaron 12 tratamientos, conformados por 10 accesiones y 2 variedades comerciales (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tratamientos evaluados para determinar el grado de adaptación de 10 accesiones y 2 variedades comerciales de maní a las condiciones ambientales del Valle del Chota

N°	Accesiones	Codificación
1.	V1	ECU - 11418
2.	V2	ECU - 16528
3.	V3	ECU - 11501
4.	V4	ECU - 16485
5.	V5	ECU - 11833
6.	V6	ECU - 16507
7.	V7	ECU - 16543
8.	V8	ECU - 16476
9.	V9	ECU - 16506
10.	V10	ECU - 12459
11.	V11	INIAP – Rosita
12.	V12	Caramelo

3.3.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos y 3 repeticiones.

3.3.2.4. Características del experimento

Repeticiones: 3
 Tratamientos: 12
 Unidades Experimentales: 36
 Superficie del ensayo: 281,20 m²

3.3.2.5. Características de la unidad experimental

▪ Área total de la parcela:	2,4 m ² .
▪ Área de la parcela neta:	0,48 m ²
▪ Distancia entre surcos:	0,40 m
▪ Distancia entre matas:	0,40 m
▪ Número de semillas o plantas maní por hoyo:	2
▪ Número de matas por surco:	5
▪ Número de surcos:	3
▪ Número de semillas o plantas/parcela:	30
▪ Número de semillas o plantas de maní/parcela neta:	6
▪ Distancia entre unidades experimentales:	1,0 m
▪ Distancia entre repeticiones:	1,0 m

3.3.2.6. Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	G.L.
Total	35
Bloques	2
Tratamientos	11
Error	22

Promedio (X)

Coficiente de Variación C. V. (%)

Al detectarse significación estadística, se utilizó prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

3.3.2.7 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

Con análisis estadístico

1. Ancho de planta a los 60 días de la siembra.
2. Altura de planta a los 80 días de la siembra.
3. Número de vainas por plantas.
4. Peso de follaje en verde.
5. Rendimiento.
6. Número de semillas por vainas.
7. Peso de cien semillas.

Observadas

8. Porcentaje de brotación.
9. Días a la floración.
10. Días a la madurez.
11. Nodulación.
12. Longitud de semillas.
13. Ancho de semillas.

Análisis de correlación y regresión lineal

Adicionalmente para la evaluación agronómica se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple con el objetivo de corroborar la relación existente entre el rendimiento y la influencia e interrelación entre variables observadas y analizadas. Se escogerán las variables que presenten una alta significación ya que éstas serán las que mayor influencia tendrán sobre el rendimiento.

3.3.3. Manejo específico del experimento:

Se realizó un muestreo para el análisis de suelo previo a la siembra, estas se analizaron en el Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP y en base a los resultados la recomendación fue incorporar 150 kg de materia orgánica descompuesta antes de

la siembra. Posterior a la siembra a los 28 días se aplicó fertilizante 12-11-18 soluble en una dosis de 15 gramos en 60 litros de agua y aplicados en drench. Adicionalmente se aplicaron micronutrientes vía foliar.

Se realizó un pase de arado y dos de rastra, se delimitó las unidades experimentales. El surcado se hizo con yunta a una distancia entre surcos de 0,40 m.

Para garantizar la viabilidad y la emergencia de la semilla, la siembra se realizó cuando la humedad del suelo estuvo cercana a la capacidad de campo. La siembra del maní se realizó de manera manual con espeque, colocando 2 semillas por sitio a una distancia de 0,40 x 0,40 m en cuadro y a una profundidad de 3 a 5 cm. Se realizaron riegos cada 8 días.

Las labores culturales serán las normales del cultivo como deshierbas manuales, riegos y control de enfermedades y plagas mediante la aspersión de productos de contacto y específicos cuando sea necesario.

3.3.3.1. Control de plagas y enfermedades.

Para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se controló mediante aplicaciones alternadas de acefato en dosis de 10 gr/20 litros de agua y Sensei (Imidacloprid) en dosis de 10 ml en 10 litros de agua. Además se colocaron 3 trampas de plástico amarillo untadas con aceite agrícola, melaza e insecticida (cipermetrina).

Para control de mancha cercospora (*Cercospora personata*) se utilizó Daconil (Clorotalonil) en una dosis de 40 ml en 10 litros de agua y Luxazim (Carbendazim) en dosis de 10 ml en 10 litros de agua.

Las aplicaciones se efectuaron con bomba de mochila previa realización de un periódico monitoreo de enfermedades y plagas que prevalecieron en el ensayo.

3.3.3.2. Cosecha.

La cosecha se realizó a los 120 y 210 días después de la siembra cuando las plantas presentaron las siguientes características:

- El follaje tomó una coloración amarillenta.
- El “relieve” de la cáscara de los frutos sean muy visibles.
- El interior de la cáscara tome una coloración oscura.
- La semilla tome color característico – rosado.

Luego de arrancar las plantas se separó las vainas y se las expuso al sol, para que seque su vaina; una vez que las semillas estén secas se efectuará el despique de la vaina y el descascarado a mano.

3.3.4. Toma de Datos

Se registró los datos de la siguiente manera:

3.3.4.1. Porcentaje de brotación.

Veinte días después de la siembra, se contabilizó el número de plántulas emergidas, de un total de 30 semillas sembradas por cada accesión en la unidad experimental y este dato se expresó en porcentaje.

3.3.4.2. Número de días a la floración.

Se realizó tomando en cuenta desde la fecha de siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas estuvieron en estado de floración.

3.3.4.3. Ancho de la planta a los 60 días de la siembra.

A los 60 días de la siembra, se registró el ancho de tres matas localizadas en la parcela neta, se midió en el punto más ancho, desde el ápice de una rama al ápice de otra rama, para lo cual se utilizó una regla graduada. El promedio se expresó en cm.

3.3.4.4. Altura de la planta a los 80 días de la siembra.

A los 80 días de la siembra, se registró la altura de tres matas localizadas en la parcela neta, para lo cual se utilizó una regla graduada. El promedio se expresó en cm.

3.3.4.5. Número de días a la madurez fisiológica (cosecha)

Se contabilizó los días tomando en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento de la cosecha.

3.3.4.7. Peso de follaje en verde.

En el área del ensayo se separó la parte aérea (follaje) y las vainas, se pesó por separado, se registró el peso del follaje en fresco en gramos/planta y posteriormente se transformó a kg/ha.

3.3.4.8. Nodulación.

Cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, se cosechó y separó el sistema radicular para lavarlo, determinamos la abundancia de nódulos por planta mediante la escala recomendada por el CIAT (1987) (Cuadro 8). Los valores de abundancia de nodulación permitirán determinar la presencia de la bacteria (*Rhizobium*).

Cuadro 8. Escala para calificar la abundancia de nódulos por planta

Número de nódulos	Calificación	Código
> de 100	Muy abundante	4
50 – 100	Abundante	3
10 – 50	Mediana	2
1 – 10	Poca	1
0	No hay	0

Fuente: CIAT (1987)

3.3.4.9. Número de vainas por plantas.

Se registró el número de vainas por planta en las parcelas netas y se procedió a secar al ambiente bajo sombra.

3.3.4.10. Rendimiento.

Cuando el cultivo de maní alcanzó el estado de madures fisiológica, se cosechó, separando las vainas de la mata (2 plantas) y llevándolas a secar a temperatura ambiente y bajo sombra. Posteriormente se pesó la producción obtenida de la parcela neta de la unidad experimental y el dato registrado se proyectó a kg/ha. Para transformar los datos de rendimiento en vaina de kilogramos por parcela neta de cada unidad experimental a kg/ha se utilizó el siguiente cálculo matemático:

$$\text{Kg/ha} = \frac{\text{Peso en kg. /parcela neta}}{\text{N}^\circ \text{ plantas / parcela neta}} \times \text{N}^\circ \text{ plantas por hectárea}$$

3.3.4.11. Número de semillas por vaina.

Se contabilizó en 10 vainas tomadas al azar de plantas que formaban parte de la parcela neta.

3.3.4.12. Longitud de la semilla.

Se midió en 10 semillas tomadas al azar, para esto se utilizó un calibrador, el promedio se expresó en mm.

3.3.4.13. Ancho de la semilla:

Se midió en 10 semillas tomadas al azar, para esto se utilizó un calibrador, el promedio se expresó en mm.

3.3.4.14. Peso de la semilla.

De las vainas de cada planta, se separó el grano y la cáscara, se tomaron 100 semillas al azar, se pesó en una balanza electrónica y se enunció en g.