



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**ESTUDIO DE TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS
Y APLICACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES
AUXÍNICAS, PARA LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE MOLLE (*SCHINUS MOLLE L.*)
EN EL DISTRITO DE SOCABAYA,
AREQUIPA**

PRESENTADO POR

BACHILLER JUAN QUISPE QUISPE

ASESOR:

ING. VICTOR VICENTE YUCRA CABANA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MOQUEGUA – PERÚ

2014

CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	
Página de los jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de tablas.....	Ix
Índice de apéndices.....	xvii
Resumen.....	xviii
Abstract.....	xix
Introducción.....	xx

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	22
1.2. Definición del problema	24
1.2.1. Problema general.....	24
1.2.2. Problemas específicos	24
1.3. Objetivos de la investigación	25
1.3.1. Objetivo general	25
1.3.2. Objetivos específicos.....	25

1.4. Justificación.....	26
1.5. Alcances y limitaciones.....	27
1.6. Variables.....	27
1.6.1. Identificación de variables	27
1.6.2. Definición de las variables	28
1.6.3. Operacionalización de variables.....	29
1.6.4. Clasificación de las variables	31
1.7. Hipótesis	31
1.7.1. Hipótesis general.....	32
1.7.2. Hipótesis específicas	32

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	33
2.2. Bases teóricas	36
2.2.1. El cultivo del Molle.....	36
2.2.2. Las hormonas vegetales	46
2.2.3. Dosis auxínicas.....	53
2.3. Definición de términos	55
2.3.1. Tratamiento pregerminativo	55
2.3.2. Concentración auxínica	56
2.3.3. Plántulas de molle	56
2.3.4. Germinación.....	56
2.3.5. Ácido indolacético (AIA).....	56
2.3.6. Ácido indolbutírico (AIB).....	57

CAPÍTULO III

MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación	58
3.2. Diseño de la investigación.....	58
3.3. Población y muestra	59
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	60
3.4.1. Técnica	60
3.4.2. Descripción de instrumentos	60
3.4.3. Análisis de datos.....	61
3.4.4. Selección de pruebas estadísticas	61
3.5. Ejecución del experimento	61
3.5.1. Ubicación geográfica.....	61
3.5.2. Periodo de ejecución	62
3.5.3. Datos climáticos	62
3.5.4. Materiales	62
3.5.5. Semillas	62
3.5.6. Selección y cantidad de semillas	62
3.5.7. Preparación de sustrato.....	63
3.5.8. Embolsado del sustrato preparado.....	63
3.5.9. Tratamientos experimentales.....	64
3.5.10. Fecha de siembra	69

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Porcentaje de germinación	71
--------------------------------------	----

4.1.1. Resultados de germinación a los 12 días.....	72
4.1.2. Resultados de germinación a los 16 días.....	73
4.1.3. Resultados de germinación a los 20 días.....	75
4.1.4. Discusión de los resultados del porcentaje de germinación.....	77
4.2. Altura de plántula.....	78
4.2.1. Resultados de altura de plántula a los 12 días.....	78
4.2.2. Resultados de altura de plántula a los 16 días.....	79
4.2.3. Resultados de altura de plántula a los 20 días.....	80
4.2.4. Resultados de altura de plántula a los 24 días.....	82
4.2.5. Resultados de altura de plántula a los 30 días.....	83
4.2.6. Resultados de altura de plántula a los 36 días.....	85
4.2.7. Discusión de los Resultados de Altura de Plántula.....	86
4.3. Numero de hojas por plántula.....	87
4.3.1. Resultados del número de hojas por plántula a los 12 días.....	87
4.3.2. Resultados del número de hojas por plántula a los 16 días.....	89
4.3.3. Resultados del número de hojas por plántula a los 20 días.....	90
4.3.4. Resultados del número de hojas por plántula a los 24 días.....	92
4.3.5. Resultados del número de hojas por plántula a los 30 días.....	93
4.3.6. Resultados del número de hojas por plántula a los 36 días.....	95
4.3.7. Discusión de los resultados del parámetro.....	96
4.4. Número de raíces por plántula.....	97
4.4.1. Resultados del número de raíces por plántula a los 16 días.....	97
4.4.2. Resultados del número de raíces por plántula a los 24 días.....	99
4.4.3. Resultados del número de raíces por plántula a los 36 días.....	101
4.4.4. Discusión de los resultados del parámetro.....	102
4.5. Longitud total de raíces por plántula.....	103
4.5.1. Resultados de la longitud total de raíces a los 16 días.....	104
4.5.2. Resultados de la longitud total de raíces a los 24 días.....	105
4.5.3. Resultados de la longitud total de raíces a los 36 días.....	106
4.5.4. Discusión de los resultados del parámetro.....	108

4.6. Peso seco por plántula	108
4.6.1. Discusión de los resultados del parámetro: Peso seco por plántula:	110
4.7. Porcentaje de Materia seca	111
4.7.1. Discusión de los resultados del parámetro: Materia seca.....	113

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	115
5.2. Recomendaciones	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
APÉNDICES.....	124
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	19
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	193
AUTORIZACION PARA LA PUBLICACIÓN.....	194

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de la combinación de los dos factores en estudio en sus diferentes niveles empleados en el trabajo de investigación.....	29
Tabla 2. Las fuentes de variación y los siguientes grados de libertad del diseño completo al azar con arreglo factorial 3 x 4	59
Tabla 3. Cantidad de plántulas de molle por unidad experimental, por tratamiento y población total del trabajo de investigación	59
Tabla 4. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra	72
Tabla 5. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 12 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,92 %).....	72
Tabla 6. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 12 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,92 %)	73
Tabla 7. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra	73
Tabla 8. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 11,08 %).....	74
Tabla 9. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 11, 08 %)	75

Tabla 10. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra.....	75
Tabla 11. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,05 %).....	76
Tabla 12. Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,05 %)	76
Tabla 13. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra.....	78
Tabla 14. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra (CV: 18,69 %) ...	79
Tabla 15. Altura de plántulas de molle expresado en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,69 %).....	79
Tabla 16. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel efectos principales (CV = 18,69 %).....	80
Tabla 17. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra.....	80
Tabla 18. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 20,49 %).....	81

Tabla 19. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 20,49 %).....	81
Tabla 20. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra.....	82
Tabla 21. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 7,93 %).....	82
Tabla 22. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 7,93 %).....	83
Tabla 23. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 30 días después de la siembra.....	83
Tabla 24. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,02 %).....	84
Tabla 25. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,02 %).....	84
Tabla 26. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	85
Tabla 27. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 7,18 %).....	85

Tabla 28. Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 7,18 %)	86
Tabla 29. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra	87
Tabla 30. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 12 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 26,24 %)	88
Tabla 31. Numero de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 12 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 26,24 %)	88
Tabla 32. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra	89
Tabla 33. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,43 %)	89
Tabla 34. Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos Principales (CV: 18,43 %)	90
Tabla 35. Análisis de Varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra	90
Tabla 36. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 13,83 %)	91

Tabla 37. Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV = 13,83 %)	91
Tabla 38. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra.....	92
Tabla 39. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,83%).....	92
Tabla 40. Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,83 %)	93
Tabla 41. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 30 días después de la siembra.....	93
Tabla 42. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 30 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,45 %).....	94
Tabla 43. Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,45 %)	94
Tabla 44. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	95
Tabla 45. Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 12,02 %).....	95

Tabla 46. Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 12,02 %)	95
Tabla 47. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra.....	97
Tabla 48. Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 16,44 %).....	98
Tabla 49. Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 16,44 %)	98
Tabla 50. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra.....	99
Tabla 51. Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,44 %).....	99
Tabla 52. Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,44 %)	100
Tabla 53. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	101
Tabla 54. Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 6,84 %).....	101

Tabla 55. Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV = 6,84 %)	102
Tabla 56. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra.....	104
Tabla 57. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 17,41 %)	104
Tabla 58. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 17,41 %)	104
Tabla 59. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra.....	105
Tabla 60. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,45 %)	105
Tabla 61. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 18,45 %)	106
Tabla 62. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	106
Tabla 63. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,22 %)	107

Tabla 64. Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,22 %)	107
Tabla 65. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	109
Tabla 66. Peso seco por plántula de molle expresado en gramos, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 13,09 %).....	109
Tabla 67. Peso seco por plántula de molle expresado en gramos, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 13,09 %).....	110
Tabla 68. Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra.....	112
Tabla 69. Materia seca por plántula de molle expresado en porcentaje, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 4,50 %).....	112
Tabla 70. Materia seca por plántula de molle expresado en porcentaje, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 4,50 %)	113

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A: Tablas.....	124
1. Porcentaje de germinación a 12, 16 y 20 días.....	124
2. Altura de las plántulas a 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días.....	134
3. Número de hojas por plántula a 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días.....	148
4. Número de raíces a 16, 24 y 36 días.....	161
5. Longitud total de raíces a 16, 24 y 36 días.....	168
6. Peso seco por plántula a 36 días.....	175
7. Porcentaje de materia seca a 36 días.....	178
8. Variación de la temperatura en el periodo de experimentación.....	182
9. Unidades experimentales y tratamientos.....	183
Apéndice B: Fotografías.....	184

RESUMEN

La investigación denominada “Estudio de tres tratamientos pregerminativos y aplicación de cuatro concentraciones auxínicas para la producción de plántulas de molle (*Schinus molle* L.)”, se ejecutó en el vivero forestal de la Municipalidad Distrital de Socabaya – Arequipa. Se probaron 2 factores en estudio. Primero, la aplicación de 3 tratamientos pregerminativos a las semillas (lavado de semillas en agua continua (P1), escarificación mecánica de semillas (P2) y escarificación química con ácido sulfúrico al 10 % (P3)); con la finalidad de remover las sustancias inhibitorias de la testa de la semilla. Segundo, la aplicación de 4 dosis auxínicas (0 ppm (C0), 20 ppm (C1), 25 ppm (C2) y 30 ppm (C3)), aplicados en remojo de semillas y a los 12 y 20 días después de la siembra vía foliar. El diseño estadístico empleado fue diseño completo al azar, incluyendo análisis factorial 3 x 4 con 3 repeticiones. El tratamiento pregerminativo: Escarificación mecánica de semillas ha logrado acelerar el proceso de imbibición de las semillas; a los 20 días después de la siembra presenta 91,45 % de semillas germinadas. La aplicación de concentración auxínica a 25 ppm, ha acelerado el desarrollo de la plántula luego de haberse producido la germinación; a los 36 días después de la siembra, ha acumulado mayor porcentaje de materia seca (12,55 %) y peso seco (1,92 g). Se ha determinado que el Tratamiento Experimental T8 (Escarificación mecánica de semillas más la aplicación de solución auxínica a 25 ppm), ha logrado producir plántulas con mayor porcentaje de materia seca (12,80 %) y alto porcentaje de germinación (92,30 %).

Palabras clave: auxinas, plántulas, molle.

ABSTRACT

The research called "Study of three pregerminative treatments and application of four auxinic concentrations for the production of molle seedlings (*Schinus molle* L.)", was carried out in the forest nursery of the District Municipality of Socabaya - Arequipa. Two factors under study were tested. First, the application of 3 pregerminative treatments to the seeds (washing seeds in continuous water (P1), mechanical scarification of seeds (P2) and chemical scarification with 10 % sulfuric acid (P3)); with the purpose of removing the inhibitory substances from the seed coat. Second, the application of 4 auxinic doses (0 ppm (C0), 20 ppm (C1), 25 ppm (C2) and 30 ppm (C3)), applied in soaking of seeds and at 12 and 20 days after sowing via foliar. The statistical design used was complete random design, including 3 x 4 factor analysis with 3 repetitions. Pregerminative treatment: Mechanical scarification of seeds has accelerated the process of imbibition of seeds; at 20 days after sowing it presents 91.45 % of germinated seeds. The application of auxinic concentration at 25 ppm has accelerated the development of the seedling after germination has taken place; at 36 days after sowing, it has accumulated a higher percentage of dry matter (12.55 %) and dry weight (1.92 g). It has been determined that the T8 Experimental Treatment (mechanical scarification of seeds plus the application of auxinic solution at 25 ppm), has succeeded in producing seedlings with a higher percentage of dry matter (12.80 %) and a high percentage of germination (92.30 %)

Key words: Auxins, seedlings, molle

INTRODUCCIÓN

El molle es un árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea de gran difusión en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos. La región Arequipa se encuentra dentro del ámbito de influencia del desierto de Atacama, por lo que presenta condiciones del desierto árido con presencia de lluvias estacionales, presentando periodos de sequía. Arequipa, ha sufrido fuerte deforestación de sus laderas, en especial de especies como el molle, yaro, vilco y huaranguillo. Frecuentemente, la necesidad de las poblaciones cercanas a las plantaciones naturales hace que las extraigan descontroladamente, desapareciendo de las laderas de los cerros, incrementándose el riesgo de erosión (INRENA, 2009).

El Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, 2009) dentro del marco de la Campaña Nacional de Reforestación con 60 Millones de Árboles para la Adaptación del Cambio Climático Global, viene incentivando la instalación de plantaciones de Molle con el propósito de reducir la erosión de las laderas en las zonas altoandinas, y secundariamente para la obtención de leña de buena calidad para las poblaciones cercanas.

Consecuentemente, existe una gran predisposición de las familias que trabajan con AGRORURAL, para realizar la producción de plántones de la especie forestal molle por su gran resistencia a los periodos largos de sequía y su producción de leña. Sin embargo, su producción se ve afectada por su bajo poder germinativo

(alrededor del 25 %) generado por la presencia de sustancias químicas en la testa de la semilla que inhiben su germinación. secundariamente, las plántulas resultantes desarrollan de forma desuniforme y baja soportabilidad a condiciones adversas.

El propósito del presente trabajo experimental es encontrar el método más adecuado para tratar semillas de Molle con el objetivo de aplicar dos factores en estudio: El primero, la aplicación de 3 tratamientos pregerminativos a las semillas con la finalidad de remover las sustancias de la testa de la semilla que inhiben la germinación, y segunda, la aplicación de 4 dosis auxínicas que logren mejorar el desarrollo de las plántulas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

Uno de los mayores problemas en la Región Arequipa es la escasa disponibilidad de recurso hídrico y más aún para fines forestales. Los efectos de Cambio Climático se vienen dando con más fuerza, el nivel medio de la temperatura se ha incrementado, la humedad ambiental se ha reducido. El impacto es notorio al observar la pérdida del casquete polar del Misti, Pichu-Pichu y Chachani. De acuerdo al SENAMHI, la temperatura media anual registrada en el año 2007, se ha incrementado en un 2,6 ° C tomando como base el año 1995.

Las variaciones en la temperatura a lo largo de esos 12 años reportan temperaturas máximas de hasta 23,7 ° C (1997) y temperaturas mínimas de 8,7 ° C

(1999). Estas variaciones unidas a otros factores, influyen en la presencia de fenómenos naturales extremos como sequías, heladas, friajes, etc., que repercuten fuertemente en actividades productivas. La reducida cubierta vegetal de los suelos de las laderas de los cerros hace que la erosión sea más pronunciada. La especie forestal molle, presenta características ideales para ser instalada en zonas áridas; se tiene conocimiento que antes existían en las zonas de Socabaya, Mollebaya, Quequeña y Yarabamba, extensas plantaciones naturales de molle, dichas plantaciones han sido taladas un gran porcentaje por las poblaciones cercanas, dejando los terrenos sin cobertura vegetal, aumentando el riesgo de erosión y la presencia de las sequías.

A pesar de su gran aceptabilidad por la población participante, la producción de plántulas de molle es reducida a causa del bajo poder germinativo de sus semillas, no porque el embrión no tenga el poder para hacerlo sino porque la testa que recubre la semilla no le permite la germinación debido a la presencia de una sustancia química inhibitoria. Esta problemática se viene observando en todos los viveros forestales que se dedican a la producción de esta especie forestal, por lo que se hace necesario generar una técnica probada estadísticamente, adecuada para la producción de plántulas de molle, fundamentalmente donde se solucione el problema de remover la sustancia inhibitoria de la semilla y promover el desarrollo de la plántula en menor tiempo.

Una de las especies forestales con gran potencial en los proyectos forestales, es el molle, debido a su gran resistencia al clima árido, a la poca disponibilidad de agua, por la producción de leña y sobre todo porque reduce los efectos de la erosión

de laderas; debido a estas características esta especie forestal es ideal para realizar la reforestación en la zona sur del Perú, tanto para plantaciones macizas, agroforestales y urbanas. Por ello, en los viveros de los Comités Conservacionistas del AGROFORUR, existe la necesidad de superar en la producción de plántulas de molle, la baja germinación de semillas a causa de la presencia de sustancias inhibitorias presentes en la testa de la semilla y el lento desarrollo de las plántulas.

Para superar la baja germinación causada por las sustancias inhibitorias presentes en la testa de la semilla de molle, es necesario aplicar técnicas de escarificación de semillas que logren mejorar el porcentaje de germinación y luego es necesario acelerar el proceso del desarrollo de las plántulas mediante la aplicación de diferentes dosis que contenga la fitohormona auxina.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el comportamiento de tres tratamientos pregerminativos y aplicación de cuatro concentraciones auxínicas para la producción de plántulas de molle (*Schinus molle* L)?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo afectarán las tres técnicas para escarificar las semillas sobre la germinación del Molle (*Schinus molle* L)?

¿Qué influencia tendrán las soluciones auxínicas sobre el desarrollo de las plántulas de Molle (*Schinus molle* L)?

¿Cuál será el tratamiento adecuado (resultante de un tratamiento pregerminativo y una aplicación de concentración auxínica) que logre promover mayor germinación y desarrollo de la plántula de Molle (*Schinus molle* L)?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de la aplicación de tres tratamientos pregerminativos y aplicación de cuatro concentraciones auxínicas para la producción de plántulas de molle.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de las tres técnicas para escarificar las semillas sobre la germinación del Molle.

Comprobar la influencia de las soluciones auxínicas sobre el desarrollo de la plántula de Molle.

Establecer el tratamiento adecuado (resultante de la combinación de los dos factores en estudio) que logre promover mayor germinación y desarrollo de la plántula de Molle.

1.4. Justificación

La Región Arequipa, así como Moquegua y Tacna, están influenciadas por dos grandes fenómenos naturales: la corriente peruana de aguas frías y la Cordillera de los Andes. Estas dos influencias provocan una diversa gradación ambiental altitudinal, con indicadores comunes como son su extrema aridez en la costa y sequías constantes en las vertientes occidentales y valles interandinos; asociado a ello están las temperaturas frías y las heladas en las altas punas. Bajo estas condiciones y sobre una fisiografía sumamente accidentada, se hace necesario propagar especies forestales adecuadas a estas condiciones; en el Perú tenemos al molle serrano; esta especie reúne las características para su desarrollo en las condiciones de la zona sur del Perú, crece en zonas de alta insolación y muy resistente a la sequía, presenta escasas exigencias en cuanto a la calidad de suelo.

Se considera una especie vaga respecto a las preferencias edáficas ya que crece tanto en suelos pesados arcillosos a livianos arenosos profundos, se encuentra en altitudes que varían entre los 10 y 3 500 msnm. Es frecuente en los valles interandinos del sur, centro y norte, creciendo en hondonadas, quebradas y parte del monte ribereño, encontrándose prácticamente en todos los Andes del Perú. Puede crecer en la costa en terrenos desérticos, médanos y quebradas secas

El crecimiento poblacional en la ciudad de Arequipa y por ende la acelerada contaminación por el parque automotor, ha generado espacios comerciales saturados que resulta cansado caminar por ellos, en lugar de constituirse en un hábitat adecuado y armonizado con la arquitectura de la ciudad. Por lo cual es

básico, pensar y ejecutar proyectos de forestación y reforestación considerando las condiciones climatológicas extremas de nuestra localidad para mitigar la alta radiación solar, la escasez del recurso hídrico y proporcionar bienestar a la población.

El presente trabajo de investigación determinó con certeza la técnica adecuada que logró incrementar la disponibilidad de plántulas de molle. Los resultados logrados serán aplicados en el vivero forestal del distrito de Socabaya y en los viveros forestales de los comités conservacionistas del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, los mismos que están dedicados a la forestación y reforestación de las zonas altoandinas de la región para reducir la erosión de los suelos, mitigar los efectos del cambio climático, sus propiedades medicinales y consecuentemente para la obtención de leña y carbón.

1.5. Alcances y limitaciones

El presente trabajo de investigación tendrá un alcance directo para los viveros forestales con fines de reforestación en Arequipa y Moquegua y en cuanto a limitaciones, la escasa bibliografía respecto a la sustancia que inhibe la germinación.

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de variables

Para este trabajo de investigación se utilizaron dos variables:

1.6.1.1. Variable independiente

Aplicación de la combinación de dos Factores Experimentales: Aplicación de tres técnicas para escarificar las semillas (Factor A) y Aplicación de cuatro dosis de Solución Auxínica (Factor B) (resultando 12 Tratamientos Experimentales).

1.6.1.2. Variable dependiente

Incremento de la emergencia de plántulas, (germinación) y mejoramiento del desarrollo de las plántulas de Molle (altura, número de hojas, número de raíces, longitud de raíces, peso seco y materia seca).

1.6.2. Definición de las variables

1.6.2.1. Variable independiente

Los 12 Tratamientos Experimentales utilizados en el trabajo de investigación.

Indicador: Tratamientos Experimentales

1.6.2.2. Variables dependientes

Incremento de la emergencia de plántulas de Molle.

Indicador: Porcentaje de germinación

Mejoramiento del desarrollo de las plántulas de Molle.

Indicador: Altura de plántula, número de hojas por plántula, número de raíces por plántula, longitud total de raíces por plántula, peso seco por plántula y materia seca por plántula.

Tabla 1

Resultado de la combinación de los dos factores en estudio en sus diferentes niveles empleados en el trabajo de investigación

Tratamiento Experimental	Combinación
T1	Lavado semillas en agua por 4 días.
T2	Escarificación mecánica de la testa de las semillas.
T3	Escarificación química de la testa de las semillas en ácido sulfúrico al 10 %.
T4	Lavado semillas en agua por 4 días + Dosis de Solución auxínica a 20 ppm.
T5	Escarificación mecánica de la testa de las semillas + Dosis de Solución auxínica a 20 ppm.
T6	Escarificación química de la testa de las semillas en ácido sulfúrico al 10 % + Dosis de Solución auxínica a 20 ppm.
T7	Lavado semillas en agua por 4 días + Dosis de solución auxínica a 25 ppm.
T8	Escarificación mecánica de la testa de las semillas + Dosis de solución auxínica a 25 ppm.
T9	Escarificación química de la testa de las semillas en ácido sulfúrico al 10 % + Dosis de Solución auxínica a 25 ppm.
T10	Lavado semillas en agua por 4 días + Dosis de solución auxínica a 30 ppm.
T11	Escarificación mecánica de la testa de las semillas + Dosis de solución auxínica a 30 ppm.
T12	Escarificación química de la testa de las semillas en ácido sulfúrico al 10 % + Dosis de Solución auxínica a 30 ppm.

1.6.3. Operacionalización de variables

Para el análisis de las variables se valoró utilizando los siguientes parámetros:

1.6.3.1. Porcentaje de germinación (%)

Se realizaron los registros a los 12, 16 y 20 días después de la siembra directa. Para ello se realizó el conteo de plántulas emergidas por cada unidad experimental.

1.6.3.2. Altura de planta (cm)

Se realizaron los registros a los 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días después de la siembra directa. Para ello se realizó la medición de diez plántulas por cada unidad experimental. La medición se realizó desde la base del tallo hasta el ápice de la misma.

1.6.3.3. Número de hojas (unidad)

Se realizaron los registros a los 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días después de la siembra directa. Para ello se realizó el conteo de hojas en diez plántulas por cada unidad experimental.

1.6.3.4. Número de raíces (unidad)

Se realizaron los registros a los 16, 24 y 36 días después de la siembra directa. Para ello se realizó el conteo de raíces en tres plántulas por cada unidad experimental.

1.6.3.5. Longitud total de raíces (cm)

Se realizaron los registros a los 16, 24 y 36 días después de la siembra directa. Para ello se realizó la medición de todas las raíces presentes en tres plántulas por cada unidad experimental.

1.6.3.6. Peso seco por plántula (g)

Se realizó a los 36 días después de la siembra directa. Para ello se realizó la extracción de tres plántulas, luego estas se colocaron en un sobre totalmente limpios, sin ningún rastrojo; finalmente, se deshidrataron en una estufa a 45°C por 24 horas, registrándose el peso seco por cada plántula.

1.6.3.7. Materia seca (%)

Se realizó a los 36 días después de la siembra directa. Luego de haber obtenido el peso seco por cada una de las plántulas extraídas por unidad experimental, estos datos fueron divididos con el dato de peso fresco y llevado a porcentaje. Para realizar el análisis de los datos, estos se obtuvieron de convertir a arco seno.

1.6.4. Clasificación de las variables

Las variables están dentro de la clasificación de variables cuantitativas continuas.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

La evaluación del Factor en Estudio Aplicación de tres técnicas para escarificar las semillas y del Factor Aplicación de cuatro dosis de Solución Auxínica incrementará la producción de plantones de Molle.

1.7.2. Hipótesis específicas

La evaluación de las tres técnicas para escarificar las semillas determinará cuál de ellas promueve mayor germinación de semillas de Molle.

La evaluación de las cuatro dosis de Solución Auxínica determinará cuál de ellas promueve mayor desarrollo de las plántulas de Molle.

La evaluación de los tratamientos en estudio (resultante de un tratamiento pregerminativo y una aplicación de concentración auxínica) determinará cuál tratamiento genera mayor germinación y desarrollo de la plántula de Molle.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Ayala (2011) en su tesis titulada “Establecimiento de cultivo in vitro de molle (schinus molle L.) A partir de yemas axilares tomadas de plantas madre como una herramienta para la propagación de la especie en el distrito metropolitano de Quito”, con el objetivo de determinar una metodología de establecimiento, multiplicación y enraizamiento in vitro adecuada a partir de yemas axilares para la producción masiva de Molle (Schinus molle L.). En los ensayos de desinfección y control de oxidación, evaluados en base a variables categóricas como contaminación, sobrevivencia y oxidación se realizaron análisis de frecuencias y pruebas de Chi cuadrado. A partir de los ensayos de establecimiento, los explantes se asignaron a cada tratamiento de forma completamente aleatoria y se

aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se alcanzó tres subcultivos con molle in vitro debido a una disminución del número de brotes por explante conforme se seccionaban, a causa de un descenso en la capacidad morfogénica de los tejidos y un agotamiento fisiológico evidenciado en alteraciones fenotípicas en los nuevos brotes como cambio de color, forma y tamaño. La formación de raíces se presentó en pocos explantes lo que no permitió un análisis estadístico de los datos, pero si demostró que esta especie puede ser enraizada in vitro en medio MS a la mitad de su concentración con 0,5 mg.L⁻¹ de IBA y 0,2 mg.L⁻¹ de ANA y una dosis mínima de BAP que le da vigor a la plántula. Se recomienda para la introducción in vitro de molle y un buen manejo de la contaminación microbiana es recomendable utilizar material vegetal joven proveniente de plantas madre de invernadero bajo cuidados fitosanitarios estrictos durante algún tiempo. El uso de BAP como inductor a la brotación puede ser potencializado con dosis bajas de ANA para favorecer la organogénesis, se recomienda aplicar dosis bajas de esta auxina. En la etapa de multiplicación, se recomienda realizar entre subcultivos la siembra de las vitroplántulas en un medio sin hormonas durante unos días para eliminar el exceso de éstas y potencializar su crecimiento. En la fase de enraizamiento se recomienda el uso de carbón activado para crear condiciones de oscuridad y a su vez para la adsorción de fenoles, durante el período de incubación.

Tupa (2014) en su tesis titulada “Enraizamiento de estacas de 4 variedades de granado (*Punica granatum* L.) Con 2 fuentes de auxinas en diferentes concentraciones, Majes 2013”. El objetivo general es lograr altos porcentajes de enraizamiento de estacas de granado utilizando soluciones de ANA e IBA. Diseño

experimental Completamente al Azar con arreglo factorial 4x3x3, que contó con tratamientos de interacción, con 3 repeticiones incluyendo testigos sin reguladores de crecimiento. Se logró alcanzar excelente producción y formación de raíces resaltando con mejores resultados para porcentajes de enraizamiento a los tratamientos 30 y 36 con códigos V4R1C3 (Var. 116-17, IBA, 4000ppm) y V4R3C3 (Var. 116-17, IBA+ANA, 4000ppm) con 96,67 % y 93,33 % respectivamente, demostrando que esta variedad tiene una innata alta capacidad de enraizamiento que es incrementada con la presencia de IBA a la concentración estudiada más alta. Seguido de V3R3C3 (Var. Acco, IBA+ANA, 4000ppm) y V2R3C2 (Var. Wonderful 100-1, IBA+ANA, 4000ppm) con 90 % y 86,67 % respectivamente. Se recomienda para la propagación por estacas de granado (*Punica granatum* L.) implementar la práctica del lesionado en las bases de las estacas previo al tratamiento con enraizadores, que nos garantizara altos porcentajes de enraizamiento. Utilizar preferentemente como fuente de auxina el fitoregulador ácido indolbutírico (IBA) en altas concentraciones (4000ppm) en inmersión rápida y/o productos comerciales que contengan IBA como ingrediente predominante sobre otros reguladores rizogénicos.

Castro y Ayala (2011) “optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)” El objetivo es generar un aporte innovador a la ciencia, que contribuya al bienestar de la humanidad, a través de información técnica, que permita aumentar las posibilidades de germinación en semillas de laurel de cera. Se realizó el experimento y estuvieron representadas por recipientes de vidrio (tubos de ensayo) con el respectivo solvente

orgánico y por fundas de polietileno a nivel de invernadero. En cada unidad experimental se utilizaron 20 semillas dando un total de 300. Se utilizó un diseño irrestricto al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 95 %, con el fin de comparar el comportamiento de la especie, con la aplicación de los pre-germinativos. Se concluye que la germinación, los resultados reflejaron una tendencia similar, situando al peróxido de hidrógeno en primer lugar y al tñer en último. Sin embargo, el análisis estadístico indicó que los resultados no fueron significativos para ninguno de los tratamientos. Las hormonas influenciaron positivamente en la germinación. Los mejores tratamientos fueron: ácido giberélico 10 ppm, 15 horas; ácido naftaleno acético 2,5 ppm, 5 horas y en el tratamiento de la combinación de ambos ácidos 2,5 ppm, 5 horas y 5 ppm, 5 horas. Se recomienda experimentar con hormonas que posean propiedades sinérgicas y evaluar otros tipos de sustrato o el utilizado en esta investigación, variando la proporción de sus componentes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El cultivo del Molle

2.2.1.1. Origen

Es originario de la región andina de Sudamérica, principalmente Perú, aunque se extiende de Ecuador a Chile y Bolivia. Vive en los Andes Peruanos a altitudes de hasta 3,650 m. Ampliamente distribuido en México, en Centroamérica y en el sur

de California y oeste de Texas, en Estados Unidos. África Oriental, Medio Oriente, Israel. También es cultivado en la zona del Mediterráneo en el sur de Europa. En España se cultiva en jardinería en provincias cálidas, principalmente en Levante y Andalucía (Fuente de permacultura, 2009).

2.2.1.2. Taxonomía

Su clasificación taxonómica es la siguiente (Perú Ecológico, 2010):

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophytia

Clase: Sapindales

Familia: Anacardiácea

Género: Schinus

Especie: Schinus molle L.

Según Fuente de permacultura (2009), Etimológicamente, el nombre científico procede de “Schinus nombre griego del lentisco, otro arbolito perenne de esta misma familia; Molle proviene de su nombre nativo peruano, epíteto que procede del latín mollis, que significa blando”.

2.2.1.3. Adaptación geográfica

Antiguamente el “molle” o “pimentero” se encontraba en las cercanías del agua, ocupando extensas zonas de Centro y Sudamérica llegando hasta el norte de

Argentina. Actualmente su distribución se ha extendido por cultivo y asilvestramiento. No forma asociaciones puras, encontrándose ejemplares aislados a lo largo de toda su distribución natural (FAO, 2010).

2.2.1.4. Descripción botánica

Según Fuente de permacultura (2009) el molle se caracteriza por ser un “Árbol de 10 a 12 m, pudiendo alcanzar hasta 25 m de altura (3). Presenta crecimiento rápido, siempre verde de ancha copa y ramaje colgante, de aspecto "llorón", muy ornamental”.

La FAO (2010), el molle “presenta fuste poco desarrollado en altura, pero de 0,5-1,5 m de diámetro en la base, muy ramificado en la parte superior”.

Pimienta, Muñoz, Ramírez y Méndez (2006) Describen como los procesos de división, crecimiento y diferenciación celular construyen un organismo vegetal y le dan la capacidad de obtener alimento, reproducirse, aprovechar las oportunidades y enfrentar los riesgos del ambiente donde se desarrolla (p.11).

Fuentes (2001) indica que el desarrollo de las plantas se refiere al crecimiento ordenado de las mismas. Comprende dos procesos: el crecimiento y la diferenciación.

El crecimiento se define como un aumento irreversible de su tamaño y peso. El crecimiento en longitud se origina en los meristemos primarios

Fuente de permacultura (2009), indica que “su tronco puede tener hasta 1 m de diámetro. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas. La corteza exuda resinas muy aromáticas”.

“La corteza es de color café claro a ligeramente grisáceo, áspera y agrietada, la que se desprende en los individuos más viejos. Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes” (FAO, 2010). Mientras que las hojas del molle, denominadas hojas paripinnadas, son de “25-30 cm de longitud dispuestas en ramillas colgantes en zig-zag. Tienen de 14 a 30 folíolos de forma linear-lanceolada y borde algo dentado, sobre todo los jóvenes, casi sin pecíolo” (Fuente de permacultura, 2009).

Hojas aromáticas, “folíolos sésiles de 1,5- 4,0 cm de largo, lanceolados o linear-lanceolados, de margen liso o aserrado” (FAO, 2010). Las inflorescencias son alargadas, muy ramificadas, largas y colgantes, con flores pequeñas (Fuente de permacultura, 2009).

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad (2009) las flores se caracterizan por ser pequeñas con una simetría radial, de color amarillo-verdoso a blanquecinas, unisexuales usualmente con rudimentos del otro sexo; para el caso de las flores femeninas, los estambres están reducidos y las anteras vacías y en las flores masculinas el ovario es rudimentario.

El cáliz en forma de copa, con 5 lóbulos ovados a semicirculares, de unos 0,5 mm de largo, con pelos en el margen; pétalos 5, insertos en la base de un disco anular,

elípticos a oblongos, de unos 2 mm de largo; estambres 10 dispuestos en dos series, insertos en el disco, con filamentos finos de diferente longitud, de (raramente 0,8) 1 a 1,5 (raramente 2) mm de largo, anteras oblongas, de unos 0,8 mm de largo; ovario súpero, tricarpelar, trilocular pero con una sola cavidad fértil y las otras 2 cavidades extremadamente reducidas de manera que aparece como unilocular, con un óvulo colgante, los estilos son 3, cortos y gruesos, estigmas capitados (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, 2009).

Según la FAO (2010) “Las semillas son negras, rugosas, redondeadas, de 3 a 5 mm de diámetro. Los frutos permanecen en el árbol bastante tiempo”

El molle presenta raíces laterales superficiales y la raíz central es pivotante y profunda. Presenta descomposición foliar lenta. Producción moderadamente lenta en madera y frutos (Fuente de permacultura, 2009).

Santa María de Campo (1992) indica que las plantas deben obtener de su entorno las materias primas específicas necesarias, para las complejas reacciones bioquímicas implicadas en el mantenimiento de sus células y el crecimiento. Una planta que es sometida a desecamiento de sus tejidos dejará como restos la materia seca acumulada por la planta. Este parámetro sirve para determinar la calidad de plántula para soportar el repique o trasplante y asegura su supervivencia en campo definitivo.

2.2.1.5. Importancia de la especie

Esta especie es idónea en la reforestación de zonas áridas, áreas muy degradadas, es importante para la fijación de suelos, así como en la conservación de cuencas hidrográficas, protección de riberas, soporta sequías, heladas, suelos ligeramente salinos y no se la come el ganado, además es una de las pocas especies que prospera en pedregales y lomeríos, es de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial (Fuente de permacultura, 2009).

Las ventajas del cultivo del “Molle” o “Pimiento” se basan en la gran plasticidad edáfica y climática y a su rápido crecimiento, lo que permite su aplicación en diversos usos. Se asocia con los cultivos agrícolas sin incompatibilidad, en linderos, cortinas rompevientos, protección de riberas, conservación de cuencas, etc. (Paltamarca del Mantaro, 2014).

Según la FAO (2010) “En Argentina es considerado como árbol protector de cultivos, plantándose entre hilera de cítricos. Es muy útil para detener los fuertes vientos provenientes de los valles cordilleranos”.

En general, se presenta al molle como un árbol de usos limitados, debido a la ausencia de valor forrajero y en cuanto a la producción de combustible, es considerado un recurso energético de valor moderado. Se reconoce un alto contenido de aceites esenciales o aromáticos, de usos tradicionales y potenciales. Utilizado en medicina popular, es reconocido como antidiarreico y antiespasmódico (Paltamarca del Mantaro, 2014).

La corteza del pimiento presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico y erúico. Las hojas también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico, behémico, lignocérico; además de triterpenos. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo (FAO, 2010).

Por su propagación económica, es una importante especie ornamental para terrenos urbanos y rurales, se utiliza frecuentemente como árbol urbano y en bordes de carreteras, destacándose por la resistencia a la contaminación y a la escasa demanda de riego (FAO, 2010).

Los retoños proveen de madera como soporte de frutales, leña, reparación de corrales. El abundante follaje que no es palatable ni tiene valor forrajero, se utiliza en la preparación doméstica de compost o abono orgánico (Fuente de permacultura, 2009).

La madera es resistente, de albura gris-rojiza y duramen de color amarillo oscuro. Presenta una variada aplicación en ebanistería rústica, construcción de exteriores, soportes de frutales, confección de útiles domésticos, parquets y mangos de herramientas. Debido al contenido de taninos, los postes o varas de pimiento presentan una durabilidad de alrededor de 50 años (FAO, 2010).

2.2.1.6. Propagación de la especie

Presente buena capacidad de propagación por semilla. En buenos suelos y humedad suficiente presenta abundante regeneración natural por sus semillas, las que son

dispersadas por aves y otros animales. Esta especie también se puede reproducir por semilla vegetativa a través de estacas, esquejes, ramillas o yemas terminales. Las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos y con buena producción de frutos. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales (Fuente de permacultura, 2009).

2.2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos

a. Variables climáticas

El molle es un árbol que crece en zonas de alta insolación y muy resistente a la sequía. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 250 a 600 mm; aunque sin embargo, en el norte de Chile puede crecer en ambientes extremadamente áridos, pero con presencia de acuíferos subterráneos (FAO, 2010).

Esta planta es moderadamente resistente al frío, prefiere temperaturas medias mínimas cercanas a 12,8 °C, entre 8 °C y 16,4 °C. Las temperaturas medias máximas son de alrededor a los 26,1 °C, siendo muy tolerante a las altas temperaturas, pudiendo resistir largos períodos sobre los 34 °C (FAO, 2010).

b. Variables edáficas

El molle presenta exiguas exigencias en cuanto a la condición de suelo. Se considera una especie vaga respecto a las preferencias edáficas ya que crece tanto en suelos pesados arcillosos a livianos arenosos profundos. Prefiere suelos bien drenados,

aunque resiste anegamientos estacionales. Habita en suelos neutros a alcalinos, muy resistente a la salinidad (FAO, 2010).

c. Variables topográficas

Se encuentra en altitudes que varían entre los 10 y 3 500 msnm. En Perú, es frecuente en los valles interandinos del sur, centro y norte, creciendo en hondonadas, quebradas y parte del monte ribereño, encontrándose prácticamente en todos los Andes del Perú. Puede crecer en la costa en terrenos desérticos, médanos y quebradas secas (FAO, 2010).

2.2.1.8. Condiciones agroecológicas

No soporta temperaturas inferiores a los -5 °C. Prospera en zona ecológica con características árida y semiárida, templada-húmeda, templada subhúmeda y trópico subhúmedo. Prospera a orilla de caminos, en zonas perturbadas con vegetación secundaria, en pedregales y lomeríos, terrenos agrícolas, pendientes (20 a 40 %). Clima entre subtropical, cálido-templado, semiárido, templado seco y templado húmedo. No tiene preferencias en cuanto a suelo, pero se desarrolla mejor en suelos arenosos. Tolera texturas pesadas, suelos muy compactados y pedregosos. Suelos: toba andesítica, fluvisol eútrico arenoso, roca metamórfica, cambisol eútrico arcilloso, aluvión, arenoso seco. Tolera vientos salinos, es resistente a los vientos fuertes y a las sequías, y moderadamente sensible a las heladas (Fuente de permacultura, 2009).

2.2.1.9. Plantaciones forestales

Es un árbol adecuado para forestación, ya sea en plantaciones masivas de protección o producción. En experiencias de cultivos mixtos o agroforestales, se recomienda la plantación con ejemplares de vivero con 30 a 50 cm de altura y follaje desarrollado. Se usa la plantación en hoyos o casillas de 40 x 40 x 40 cm, distanciados a cada dos metros o más, intercalados con los arbustos naturales. Si hay problemas de prendimiento se reemplazan por replante al segundo año y con plantas grandes. Se planta a una distancia mínima de 8 a 10 m entre cada árbol, en lugares con suficiente espacio, lejos de construcciones e instalaciones subterráneas (Fuente de permacultura, 2009).

2.2.1.10. Manejo silvicultural de la plantación con molle

Se aconseja practicar poda de formación en árboles jóvenes y poda sanitaria en adultos. Conviene cortar la corteza en primavera para promover su crecimiento. Responde vigorosamente a las podas y desmoches altos. En Perú y en otros países en que existe tradición en el cultivo del molle, se recomienda la poda de formación con el objeto de formar un fuste limpio, eliminando las ramas bajas por lo menos a una altura de 1,5 m. También se aplican tratamientos de consolidación y aprovechamiento en etapas juveniles del árbol. En individuos de 2,0 a 2,5 m de altura y 10 cm de diámetro, se recomienda la aplicación de desmoche alto, consistente en la poda a 1,5 a 2,0 m de altura según convenga. En la zona de corte o muñón se favorece el rebrote o retoño, la que ocurre a los pocos días de la corta. Los retoños presentan un rápido desarrollo los que pueden alcanzar 2 a 3 m de

longitud y 3 cm de diámetro al primer año. Al final del período seco se cortan los rebrotes anualmente o cada dos años si el crecimiento es más lento que lo esperado. Es muy resistente a la sequía y altas temperaturas.

El riego es vital en las primeras etapas de crecimiento. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 250-600 mm. Puede crecer en zonas bastante áridas (con varios meses sin lluvia), y hasta con un mínimo de 200 mm., por año, por lo que en tales condiciones emite un sistema radicular abundante y profundo que llega hasta tres o más veces la altura del árbol. No requiere fertilización. Requiere exposiciones soleadas. Se debe sembrar en sitios abiertos, a plena exposición, aunque tolera sombra parcial. Vive alrededor de 100 años (Fuente de permacultura, 2009).

2.2.2. Las hormonas vegetales

Se denomina hormona a cualquier sustancia orgánica específica, efectiva a bajas concentraciones, y que es elaborada por las células en una parte del organismo y transportada a otra parte del mismo, donde ejerce su acción produciendo un efecto fisiológico específico (Brevedan, 2009).

Las hormonas vegetales funcionan como reguladores del crecimiento. Entre ellas podemos destacar: Auxinas (IAA), giberelinas (GA), citokininas (CK), ácido abscísico (ABA) y etileno. También lo son ácido salicílico, jasmonatos, oligosacarinas (Brevedan, 2009).

2.2.2.1. Las Auxinas

El ácido indolacético (IAA) fue la primera hormona vegetal descubierta (Darwin, 1880), como hormonas responsables de la orientación de los órganos vegetales. Suele utilizarse para su estudio la gramínea *Phalaris canariensis*. Los primeros experimentos revelaron datos sobre el fototropismo de los órganos aéreos. Posteriormente otros experimentos consistían en cortar el ápice, pero volverlo a colocar sobre el tallo colocando entre ambas partes una lámina de agar, que permite el paso de la hormona; el tallo se orientó hacia la luz.

Además, si primero colocaban el ápice cortado sobre una lámina de agar, y posteriormente eliminando el ápice colocaban la lámina sobre el extremo cortado del tallo, este se orientaba también hacia la luz, siendo su desplazamiento proporcional al tiempo de exposición del ápice y el número de ápices en contacto con el agar. Esto demuestra que existe una hormona sintetizada en el ápice que regulaba la orientación del tallo (Cifuentes y Estévez, 2014).

El principal efecto de las auxinas es la elongación de las células, debido principalmente a que la pared celular se hace más plástica. Son sintetizadas en los ápices meristemáticos y en menor cantidad en las raíces. La auxina principal sintetizada de forma natural por las plantas es el ácido indol acético (AIA), aunque se han encontrado otras como el ácido fenilacético, los cloroindoles y más recientemente, el ácido indolbutírico (AIB). El movimiento de estas fitohormonas por la planta es desde los ápices hasta las raíces (translocación basipétala) y

viceversa (acropétala). Sin embargo, el movimiento basipétalo es mucho más rápido que el acropétalo (CANNA, 2013)

La utilización de auxinas causa una gran variedad de efectos, distintos según el periodo de aplicación, la especie tratada y especialmente el tejido implicado. La auxina tiene una clara influencia en la diferenciación del tejido vascular del retoño en crecimiento. La diferenciación del tejido implica la formación de hojas para que cumplan la función fotosintética (Quiróz, García, González, Chung y Soto 2009).

Herrera (2006) indica que el crecimiento y el desarrollo de la raíz se realizan a través de los procesos de división y elongación celular. Las raíces con mayor tasa de elongación presentan niveles más bajos de auxinas, trasladada de forma basípeta. Las auxinas promueven la formación de raíces.

a. Naturaleza química y metabolismo de las auxinas

La primera IAA descubierta es el ácido indolacético, aunque actualmente se conocen más de 12 auxinas distintas. Para que una molécula presente actividad auxínica debe tener las siguientes características estructurales bioquímicas (Cifuentes y Estévez, 2014).

- Uno o más anillos aromáticos con uno o varios dobles enlaces.
- Una cadena lateral terminada en COOH, con un carbono intermedio como mínimo.

- Una separación entre las cargas COO⁻ (cadena lateral) y NH₂⁺ (anillo) de como mínimo 5,5 Å (0,55 nm).

Los órganos aéreos son su primordial fuente. De hecho, controlan el fenómeno de dominancia apical responsable del crecimiento primario. Al ser podado el ápice disminuye la cantidad de auxinas, lo que facilita la proliferación de las ramas laterales. En este caso el precursor es el triptófano. En el caso de los organismos vegetales, existen tres posibles rutas biosintéticas diferentes. El precursor es siempre el triptófano (Cifuentes & Estévez, 2014):

- Ruta del indol pirúvico: Principal vía de síntesis.
- Ruta de la triptamina: Semejante a la anterior. Propia de Tabaco, Tomate, Cebada.
- Ruta del indol-acetaldoxina: Ruta específica de crucíferas.

b. Mecanismos de translocación de las auxinas

Se distinguen dos tipos de transporte: El transporte lateral hacia un lado u otro del coleótilo o la raíz, y el transporte longitudinal, a lo largo de la planta. El transporte longitudinal se caracteriza por ser un transporte polar y dirigido: es siempre basípeto (desde el ápice hacia la base) en los órganos aéreos, y acrópeto (desde la base hasta el extremo) en los órganos subterráneos. En este transporte intervienen el floema y las células acompañantes. Generalmente las hormonas son transportadas

por el floema cuando el órgano diana se encuentra alejado de la fuente, y suele tener lugar en su forma inactiva (Brevedan, 2009).

La translocación de las hormonas a través de órganos que no van a consumirlas suele producirse en forma de conjugados; las hormonas nunca se traslocan en su forma activa ya que esto supondría pérdida de eficacia en los órganos diana. Las IAA suelen conjugarse principalmente con azúcares o aminoácidos. Estas formas conjugadas sirven además como sumidero, ya que las hormonas vegetales sintetizadas pueden ser almacenadas en esta configuración hasta que puedan ser útiles. Por unión peptídica las IAA pueden conjugarse con oligopéptidos, Asp, Gly, Ala, Val y Lys. Mediante un enlace éster, las IAA pueden conjugarse con arabinosa, glucosa, mioinositol y glucano β (Brevedan, 2009).

Las IAA son moléculas muy lábiles. Tanto la foto oxidación por la luz ambiental como la oxidación debida a enzimas oxidativas celulares son sus principales fuentes de degradación continua. Los carotenoides facilitan la persistencia de las IAA sintetizadas ya que protege a las células vegetales de los radicales libres. Existen de hecho diversos procesos que facilitan la activación o inhibición del catabolismo de las IAA (Cifuentes y Estévez, 2014)

- Los cofactores Mg^{2+} , monofenoles, H_2O_2 que en altas cantidades facilitan la degradación de la enzima solo en su forma libre.
- Los activadores de la degradación de órganos, como el etileno, considerado como hormona gaseosa, que bloquea los mecanismos de acción de las IAA. De

hecho la tasa de crecimiento de los órganos puede ser medida como la relación de concentraciones de IAA y etileno.

- Los inhibidores del catabolismo que protegen a las hormonas de los enzimas oxidativos, como son las hormonas giberelinas y citoquininas, o también cumarinas, polifenoles, ácido ascórbico, glutatión o el aminoácido cisteína.

c. Mecanismos de Acción de las Auxinas

El mecanismo de acción depende de la unión de la hormona con su receptor específico. En este caso el receptor presenta dos puntos de anclaje separados exactamente por 5,5 Å. Para que se desencadene el mecanismo de acción, una única IAA debe unirse a un receptor en los dos puntos de anclaje. Esto explica que si la distancia entre las cargas es superior o inferior a la distancia entre los puntos de anclaje del receptor, las moléculas análogas de hormonas no pueden llevar a cabo su mecanismo de acción. Las IAA presentan dos mecanismos de acción, ambos dirigidos a una misma finalidad; el control de la elongación celular. Se trata del mecanismo de acción lenta y del mecanismo de acción rápida (Azcón, Bieto y Talon, 2000)

Los mecanismos de acción rápida son lógicamente los primeros en hacer efecto. Su efecto se lleva a cabo a nivel de la membrana celular, cuando la hormona se liga a su receptor específico y se libera el segundo mensajero. Se trata de la activación de las bombas de protones, que exportan los protones al periplasma. Se conocen tres mecanismos de activación de estas bombas de H⁺ (Brevedan, 2009):

- Por la unión directa de la IAA sobre la ATP de protones de la membrana, quedando la última activada.
- Por la unión directa de la hormona a una bomba H⁺/K⁺ (sistema semejante) que exporta protones e importa potasio, facilitando el flujo de agua al interior celular por ósmosis.
- Los segundos mensajeros activan la excreción de protones del retículo endoplasmático por pinocitosis.

Los mecanismos de acción lenta tienen lugar a nivel de ácidos nucleicos, y su acción se basa en la síntesis de proteínas y enzimas importantes en los procesos de síntesis de nueva pared celular. Estos nuevos componentes de la pared se incorporan cuando la célula ya termina su crecimiento y la pared recupera así su rigidez (Azcón et al., 2000).

Cifuentes y Estévez (2014) A grandes rasgos, los principales efectos a nivel fisiológico de las auxinas son:

- Control del crecimiento celular por división celular en los meristemos; control de la mitosis (Crecimiento de tallos, rizogénesis, actividad cambium, expansión hojas).
- Control del crecimiento celular por elongación celular.
- Reproducción.

- Control de abscisión (Etileno/IAA).
- Control de la dominancia apical (división celular).
- Tropismos (crecimiento por elongación celular).
- Inducción de la síntesis de etileno.

2.2.3. Dosis auxínicas

Según la ficha técnica del producto comercial Root–Hor, indica que es un regulador de crecimiento y enraizador cuya presentación es líquida, está conformado por auxinas del tipo: Ácido indolbutírico y ácido naftalenacético, ácido nucleicos y sustancias nutritivas. Entre sus efectos principales se tiene que mejora el desarrollo de raíces de las plantas, tiene acción sistémica, también puede aplicarse foliarmente en cualquier etapa de desarrollo de los cultivos para lograr óptimos resultados (Comercial Andina SAC, 2010).

Generalmente la producción natural de hormonas responsables del enraizamiento, están sujetas a los niveles de concentración de otras hormonas, ya que en forma natural la planta trata de tener un equilibrio en su crecimiento con la acción de las auxinas en forma armónica. Las auxinas penetran en los tejidos celulares y ocasiona una favorable concentración de las auxinas endógenas, básicamente alfa naftalenacético (ANA) y el ácido indolbutírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular. En conjunto, las fitohormonas actúan en la formación de raíces además estimula la emisión de raicillas en corto tiempo.

Sobre su aplicación se puede indicar que en un recipiente se debe verter 5 ml de Root-Hor por 1 litro de agua, introducir las semillas, luego de un tiempo prudencial que asegure la adherencia de las auxinas en la cubierta seminal, se las extrae y se siembra inmediatamente. La Concentración que indica la empresa Comercial Andina SAC, a ser utilizada con el producto Root-Hor equivale a 25 ppm de auxinas. Si bien no se ha hecho experimentos en todos los cultivos recomienda utilizar +/- 5ppm para lograr resultados positivos (Comercial Andina SAC, 2010).

Herrera (2006) indica que el crecimiento y el desarrollo de la raíz se realizan a través de los procesos de división y elongación celular. Las raíces con mayor tasa de elongación presentan niveles más bajos de auxinas, trasladada de forma basípeta. Las auxinas promueven la formación de raíces.

2.2.3.1. Tratamientos pregerminativos

Es el proceso al cual se somete a las semillas de molle con el objetivo de ablandar la cáscara de la semilla y poder retirar lo más posible las sustancias químicas que inhiben la germinación; por otro lado, permitir que el agua penetre y propicie el desarrollo del germen, dice el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y de Conservación de Suelos (PRONAMACHCS, 1998).

2.2.2.2.1. Tratamiento pregerminativo de remojo de semillas en agua: Lavado de las semillas: Se realiza con agua para liberar a la testa de sustancias inhibitorias de la germinación. Dentro de una malla contenedora, las semillas se sumergen en agua

corriente (en un canal matriz de preferencia) por espacio de 4 días. Luego la semilla es depositada en el sustrato del embolsado y se tapan con composta (Salazar, 2001).

2.2.2.2.2. Tratamiento pregerminativo de escarificación mecánica de semillas:

Trujillo, E. (1995) Es usado normalmente para la latencia mecánica, cuando la testa seminal se convierte en un obstáculo para la germinación. Su aplicación consiste en lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso, normalmente se combina con remojo en agua a temperatura ambiente durante tiempos variables. Estos tratamientos son aplicables a simientes de aspecto lustroso, como algunas leguminosas (Cassia fistula, Acacia melanoxylon, Acacia mangium, entre otras).

2.2.2.2.3. Tratamiento pregerminativo de remojo de las semillas en ácido sulfúrico al 10 % (R):

Este remojo se realiza por espacio de 5 minutos y antes de sembrarla se le realiza un enjuague para eliminar los restos de ácido. Luego la semilla es depositada en el sustrato del embolsado y se tapan con composta (fuente de permacultura, 2010).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Tratamiento pregerminativo

Es cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mucha mayor cantidad (El mundo forestal, 2002)

2.3.2. Concentración auxínica

Es cualquier tratamiento con cierto contenido o no de auxinas que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mucha mayor cantidad.

2.3.3. Plántulas de molle

Denominamos plántula a la planta en sus primeras etapas de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.

2.3.4. Germinación

Según Azcón et al. (2000) la germinación es el proceso que se inicia con la toma de agua por parte de la semilla seca (imbibición) y termina cuando una parte de esta (eje embrionario) se extiende y atraviesa (emergencia) la cubierta seminal.

2.3.5. Ácido indolacético (AIA)

Es la auxina natural que se encuentra en todas las plantas. El AIA es muy activo, más estable y menos soluble, su acción es más localizada. El AIA es obtenido por síntesis, es poco tóxico para la plantas y es degradado rápidamente por las bacterias y el suelo. Además, es muy inestable en las plantas y se descompone rápidamente en soluciones no esterilizadas aun cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios meses (Hartmann y Kester, 1997).

2.3.6. Ácido indolbutírico (AIB)

Producto de síntesis, tiene una débil actividad auxínica en general pero una excelente acción rizógena. Sin embargo, el AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hartmann y Kester, 1997).

CAPÍTULO III

MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

Se aplicará la investigación experimental donde se analizará el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

3.2. Diseño de la investigación

Es de diseño experimental. El Trabajo de investigación utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 4 con 3 repeticiones. Al tener 12 tratamientos experimentales y 3 repeticiones, hicieron un total de 36 unidades experimentales, las que fueron distribuidas al azar a lo largo de toda la cama donde se instaló el embolsado.

Tabla 2

Las fuentes de variación y los siguientes grados de libertad del diseño completo al azar con arreglo factorial 3 x 4

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos experimentales	11
Factor A (tratamientos pregerminativos)	2
Factor B (dosis de solución auxínica)	3
Interacción A x B	6
Error	24
Total	35

3.3. Población y muestra

La población por unidad experimental, por cada tratamiento en estudio y la población total se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 3

Cantidad de plántulas de molle por unidad experimental, por tratamiento y población total del trabajo de investigación

Unidad experimental	25	Plántulas
Número de repeticiones	3	Repeticiones
Tratamiento	75	Plántulas
Número de tratamientos	12	Tratamientos
Población total del estudio	900	Plántulas

En cuanto a la muestra, para evaluar la germinación se tomó como referencia la totalidad de semillas sembradas por cada unidad experimental. Para evaluar la altura de plántula y el número de hojas por plántula; la muestra tomada por cada unidad experimental y por cada observación fue de una plántula elegida al azar. Para evaluar el número de raíces por plántula, longitud total de raíces por plántula, peso seco por plántula y materia seca por plántula; la muestra tomada por cada

unidad experimental y por cada observación fue de una plántula elegida al azar, respectivamente. Cabe indicar que para determinar el peso seco por plántula y por ende la materia seca por plántula, la muestra fue remitida al laboratorio en sobres rotulados, respectivamente.

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Técnica

La Técnica empleada para recolectar los datos de campo fue el registro de la observación directa e indirecta para el caso de datos entregados por el laboratorio.

3.4.2. Descripción de instrumentos

Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información.

Los instrumentos a utilizar serán las fichas de recolección de información de campo, en ellas se registran los resultados de las evaluaciones de campo. Las razones de su selección son porque se acomodan adecuadamente para el proceso de gestión de la información por cada unidad experimental y por cada tratamiento experimental.

3.4.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos para cada uno de los parámetros fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos experimentales.

3.4.4. Selección de pruebas estadísticas

La prueba de significación estadística empleada fue Tuckey al 5 % o 1 % de error experimental, según se determinó el grado en el análisis de varianza (ANOVA).

3.5. Ejecución del experimento

3.5.1. Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se ejecutó en el vivero forestal que tiene la siguiente ubicación geográfica:

Región: Arequipa

Provincia: Arequipa

Distrito: Socabaya

Localidad: Socabaya Viejo

3.5.2. Periodo de ejecución

La fase de campo del presente trabajo de investigación se inició el 07 de septiembre y finalizó el 12 de octubre del 2010.

3.5.3. Datos climáticos

Durante la ejecución del trabajo de investigación, se han presentado temperaturas constantes (ver Anexo 24). Durante el mes de septiembre, la temperatura máxima promedio fue 22,7 °C y la temperatura mínima promedio fue 6,6 °C. Durante el mes de octubre, la temperatura máxima promedio fue 22,6 °C y la temperatura mínima promedio fue 7,1 °C (SENAMHI 2010, Estación de Huasacache – Arequipa).

3.5.4. Materiales

Los materiales que se utilizaron para tomar, registrar y procesar la información generada en el lugar de trabajo fueron: Cuadros de registro según parámetros de evaluación, regla milimétrica, tijeras, bolsas de papel, rótulos y letreros para unidades experimentales, equipo de cómputo, máquina fotográfica, materiales de escritorio

3.5.5. Semillas

Se utilizaron semillas de “molle” procedentes del Banco Nacional de Semillas Forestales del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural.

3.5.6. Selección y cantidad de semillas

Se seleccionaron 900 semillas enteras, uniformes en cuanto a tamaño y coloración, sin daño ocasionado por plagas ni enfermedades, sin daños mecánicos.

3.5.7. Preparación de sustrato

El sustrato empleado fue el que frecuentemente utilizan en el vivero forestal de la Municipalidad de Socabaya, cuyos componentes son tierra agrícola, arena y turba, estos fueron tamizados para liberarlas de piedras y otros materiales.

La proporción de mezcla fue la siguiente:

- 50 % de tierra agrícola.
- 20 % de turba.
- 30 % de arena

3.5.8. Embolsado del sustrato preparado

El sustrato preparado fue humedecido mientras se le iba mezclando, una vez que el sustrato fue bien mezclado, fue depositado en bolsas de polietileno, color negro, con un tamaño de medidas: 18x 10 cms. x 0,0015.

3.5.9. Tratamientos experimentales

Los Tratamientos Experimentales se diferenciaban básicamente en la técnica de preparación de semilla y la concentración auxínica aplicada. A continuación, presenta el detalle de cada Tratamiento Experimental:

3.5.9.1. Tratamiento T1

Lavado de las semillas en agua: Se realizó para liberar a la testa de sustancias inhibitorias de la germinación. Dentro de una malla contenedora, las semillas se sumergieron en agua corriente de un canal por espacio de 4 días. Luego la semilla fue depositada en el sustrato del embolsado y se tapó con compost.

3.5.9.2. Tratamiento T2

Escarificación mecánica de semillas: Se realizó con la finalidad de lograr la remoción del exocarpo de la semilla de molle, para ello se utilizó un lijarse y sobre él se colocaron las semillas y se ejercieron presión sobre ellas haciendo un movimiento circular, friccionándolas severamente por espacio de un minuto, cuidando de no dañar el embrión, finalmente se observó que la capa exterior del exocarpo se removió. Luego las semillas fueron remojadas en agua por espacio de 24 horas. El día de la siembra las semillas fueron depositadas en el sustrato del embolsado y se taparon con compost.

3.5.9.3. Tratamiento T3

Escarificación química de las semillas en ácido sulfúrico al 10 %: Este remojo se realizó por espacio de 5 minutos y antes de sembrarla se realizó un enjuague para eliminar los restos de ácido. Luego la semilla fue depositada en el sustrato del embolsado y se tapó con compost.

3.5.9.4. Tratamiento T4

Primero se realizó el lavado de las semillas en agua corriente del canal de captación del pozo del vivero contenidas en una malla por espacio de 4 días. Antes de realizar la siembra directa de la semilla de molle en el sustrato del embolsado se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 20 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, luego con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 20 ppm, posteriormente se procedió a taparla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 20 ppm.

3.5.9.5. Tratamiento T5

En primer lugar, se realizó la escarificación mecánica de las semillas, para ello se utilizó un lijador y sobre él se colocarán las semillas y se ejercieron presión sobre ellas haciendo un movimiento circular, friccionándolas severamente por espacio de un minuto, cuidando de no dañar el embrión. Seguidamente las semillas fueron remojadas en agua por espacio de 24 horas. El día de la siembra se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 20 ppm por espacio de 15 minutos,

luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, después con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 20 ppm, seguidamente se procedió a taparla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 20 ppm.

3.5.9.6. Tratamiento T6

El día de la siembra se realizó la escarificación química de las semillas en ácido sulfúrico al 10 %. Este remojo se realizó por espacio de 5 minutos, luego se realizó un enjuague para eliminar los restos del ácido. Seguidamente, se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 20 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, luego con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 20 ppm, después se procedió a taparla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 20 ppm.

3.5.9.7. Tratamiento T7

Primero se realizó el lavado de las semillas en agua corriente del canal de captación del pozo del vivero contenidas en una malla por espacio de 4 días. Antes de realizar la siembra directa de la semilla de molle en el sustrato del embolsado se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 25 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, luego con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 25 ppm,

seguidamente se procedió a tatarla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 25 ppm.

3.5.9.8. Tratamiento T8

En primer lugar, se realizó la escarificación mecánica de las semillas, para ello se utilizó un lijar y sobre él se colocaron las semillas y se ejercieron presión sobre ellas haciendo un movimiento circular, friccionándolas severamente por espacio de un minuto, cuidando de no dañar el embrión. Seguidamente las semillas fueron remojadas en agua por espacio de 24 horas. El día de la siembra se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 25 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, luego con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 25 ppm, luego se procedió a tatarla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 25 ppm.

3.5.9.9. Tratamiento T9

El día de la siembra se realizó la escarificación química de las semillas en ácido sulfúrico al 10 %. Este remojo se realizó por espacio de 5 minutos, luego se realizó un enjuague para eliminar los restos del ácido. Seguidamente, se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 25 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, después con un pulverizador se

le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 25 ppm, seguidamente se procedió a tajarla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 25 ppm.

3.5.9.10. Tratamiento T1

En primer lugar, se realizó el lavado de las semillas en agua corriente del canal de captación del pozo del vivero contenidas en una malla por espacio de 4 días. Antes de realizar la siembra directa de la semilla de molle en el sustrato del embolsado se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 30 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, seguidamente con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 30 ppm, luego se procedió a tajarla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 30 ppm.

3.5.9.11. Tratamiento T11

Primero se realizó la escarificación mecánica de las semillas, para ello se utilizó un lijador y sobre él se colocarán las semillas y se ejercieron presión sobre ellas haciendo un movimiento circular, friccionándolas severamente por espacio de un minuto, cuidando de no dañar el embrión. Seguidamente las semillas fueron remojadas en agua por espacio de 24 horas. El día de la siembra se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 30 ppm por espacio de 15 minutos, luego la semilla fue

colocada en el sustrato del embolsado, después con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 30 ppm, luego se procedió a taparla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 30 ppm.

3.5.9.12. Tratamiento T12

El día de la siembra se realizó la escarificación química de las semillas en ácido sulfúrico al 10 %. Este remojo se realizó por espacio de 5 minutos, luego se realizó un enjuague para eliminar los restos del ácido. Seguidamente, se procedió a remojar la semilla en la solución auxínica a 30 ppm por espacio de 15 minutos, después la semilla fue colocada en el sustrato del embolsado, seguidamente con un pulverizador se le hizo tres aspersiones con la solución auxínica a 30 ppm, posteriormente se procedió a taparla con compost. Finalmente, a los 12 y 20 días después de la siembra, mediante aspersión foliar a las plántulas se le aplicó la solución auxínica a 30 ppm.

3.5.10. Fecha de siembra

La siembra se realizó el día 7 de septiembre de 2010. Cada semilla fue sembrada directamente al sustrato embolsado. Luego de realizar la siembra se procedió a realizar un riego ligero con la regadera y se tapó la cama con un tinglado a base de plástico transparente.

Los riegos ligeros se hicieron cada 2 días, con la finalidad de mantener la humedad del sustrato, se tuvo cuidado de no regar excesivamente para evitar problemas de enfermedades radiculares.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.6. Porcentaje de germinación

Este parámetro se ha evaluado a los 12, 16 y 20 días después de la siembra (dds). En los ítems “4.1.1”, “4.1.2” y “4.1.3” se resumen los resultados de la germinación de semillas de molle en los Tratamientos Experimentales de la investigación realizada. Los valores de los registros de las evaluaciones realizadas y los Análisis de Variabilidad (ANOVA) correspondientes a este parámetro en estudio, se encuentran en los Anexos 01, 02 y 03, respectivamente

3.6.1. Resultados de germinación a los 12 días.

Tabla 4

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	4355,65	395,97	27,19	2,216	3,094	☼☼
Factor A	2	4237,92	2118,96	145,52	3,403	5,614	☼☼
Factor B	3	114,41	38,14	2,62	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	3,31	0,55	0,04	2,508	3,667	NS
Error	24	349,48	14,56				
Total	35	4705,13					

Nota: (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 5

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 12 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,92 %)

Tratamiento experimental	Clave	Promedio	Significación 1 %
T 11	P2 C3	74,7	a
T 8	P2 C2	73,3	a
T 5	P2 C1	70,7	a
T 2	P2 C0	68	a
T 10	P1 C3	40	b
T 7	P1 C2	38,7	b
T 4	P1 C1	36	b
T 12	P3 C3	33,3	b
T 9	P3 C2	32	b
T 1	P1 C0	30,7	b
T 6	P3 C1	29,3	b
T 3	P3 C0	26,7	b

A nivel de Tratamientos Experimentales existen diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Donde presentan mayor porcentaje de germinación el tratamiento T11 (74,70 %), el Tratamiento T8 (73,30 %), el Tratamiento T5 (70,70 %) y el Tratamiento T2 (68,00 %); y presentan menor

porcentaje de germinación el tratamiento T1 (30,70 %), Tratamiento T6 (29,30 %) y el Tratamiento T3 (26,70 %).

Tabla 6

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 12 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,92 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentraciones	Prom	NS
P2	71,90	A	C3	49,60	a
P1	36,30	B	C2	48,20	a
P3	30,20	B	C1	45,40	a
			C0	41,50	a

Los Tratamientos Pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Se determinó lo siguiente: Presenta mayor porcentaje de germinación el Tratamiento Pregerminativo P2 (71,90 %); y presenta menor porcentaje de germinación el Tratamiento Pregerminativo P1 (36,3 %) y el Tratamiento Pregerminativo P3 (30,20 %). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.6.2. Resultados de germinación a los 16 días

Tabla 7

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	2835,97	259,45	5,30	2,216	3,094	☼ ☼
Factor A	2	2671,56	1335,78	27,27	3,403	5,614	☼ ☼
Factor B	3	166,56	55,52	1,13	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	15,85	2,64	0,05	2,508	3,667	NS
Error	24	1175,44	48,98				
Total	35	4029,41					

Nota: (☼ ☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

A nivel de Tratamientos Experimentales (Cuadro N°08), existen diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Donde presentan mayor porcentaje de germinación los Tratamientos T11 (92,00 %), T8 (90,70 %), T5 (89,30 %) y T10 (86,70 %); presentando menor porcentaje de germinación el Tratamiento T3 (57,30 %).

Tabla 8

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 11,08 %)

Tratamiento experimental	Clave	Promedio	Significación 5 %
T11	P2C3	92,00	a
T8	P2C2	90,70	a
T5	P2C1	89,30	ab
T10	P1C3	86,70	abc
T2	P2C0	85,30	abcd
T7	P1C2	84,00	abcd
T4	P1C1	82,70	abcd
T1	P1C0	77,30	abcd
T12	P3C3	64,00	bcd
T9	P3C2	62,70	bcd
T6	P3C1	60,00	cd
T3	P3C0	57,3	d

Tabla 9

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 11, 08%)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	NS
P2	90,20	a	C3	83,10	a
P1	83,90	a	C2	81,30	a
P3	61,10	b	C1	79,00	a
			C0	74,90	a

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Donde presentan mayor porcentaje de germinación el tratamiento pregerminativo P2 (90,20 %) y el tratamiento pregerminativo P1 (83,90 %); presentando menor porcentaje de germinación el Tratamiento P3 (61,10 %). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.6.3. Resultados de germinación a los 20 días

Tabla 10

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	2667,05	242,46	5,666	2,216	3,094	☼ ☼
Factor A	2	2568,68	1284,34	30,014	3,403	5,614	☼ ☼
Factor B	3	88,55	29,52	0,690	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	9,81	1,64	0,038	2,508	3,667	NS
Error	24	1026,98	42,79				
Total	35	3694,03					

Nota:(☼ ☼: Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 11

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,05 %)

Tratamiento experimental	Promedio	Significación 1 %
T 11	92,3	a
T 8	92,3	a
T 5	91,1	a b
T 2	90,00	a b
T 10	89,30	a b
T 7	88,30	a b
T 4	87,40	a b
T 1	82,85	a b
T 12	68,20	a b
T 9	65,35	a b
T 6	64,05	a b
T 3	60,10	b

A nivel de Tratamientos Experimentales, existen diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Donde se logró encontrar lo siguiente: mayor porcentaje de germinación en los Tratamientos T11 (92,00 %) y T8 (92,00 %); mientras que se observa el menor porcentaje de germinación en el Tratamiento T3 (60,00 %).

Tabla 12

Germinación de semillas de molle expresados en porcentaje, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,05 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	NS
P2	91,45	a	C3	84,50	a
P1	87,05	a	C2	83,40	a
P3	64,40	b	C1	82,10	a
			C0	78,90	a

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Donde presentan mayor porcentaje de germinación los tratamientos pregerminativos P2 (91,50 %) y P1 (86,50 %); mientras que presenta menor porcentaje de germinación el tratamiento

pregerminativo P3 (64,10 %). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.6.4. Discusión de los resultados del porcentaje de germinación

A los 20 días después de la siembra, los Tratamientos Experimentales T11 y T8 muestran porcentajes de germinación superiores a los demás tratamientos experimentales; lo que quiere decir que las semillas correspondientes a dichos tratamientos han logrado que la cubierta seminal permita el ingreso del agua de forma anticipada, iniciándose el proceso fisiológico de la germinación. Al observar los resultados de los efectos principales de los factores en estudio, se determina que las diferencias estadísticas son causadas por el efecto principal de factor denominado tratamientos pregerminativos y no presenta influencia el factor denominado aplicación de auxinas.

A los 20 días la escarificación mecánica de semillas y las que fueron sometidas al lavado de semillas en agua corriente han permitido el ingreso de agua al interior de la mayoría de semillas sembradas presentando mayor porcentaje de germinación. Sin embargo, a los 12 días después de la siembra, de estos dos Tratamientos Pregerminativos, aquellas semillas de molle que fueron sometidas a la escarificación mecánica de semillas, fueron las primeras en permitir el ingreso del agua al interior de la semilla de molle registrando mayor porcentaje de germinación que el lavado de semillas en agua. Ello hace concluir que aquellas plántulas que han germinado anticipadamente tienen mayor tiempo de desarrollo que aquellas semillas que germinaron posteriormente.

3.7. Altura de plántula

La evaluación de este parámetro se realizó en todas las unidades experimentales de los tratamientos en estudio a los 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días después de la siembra.

En las secciones “4.2.1”, “4.2.2”, “4.2.3”; “4.2.4”, 4.2.5 y “4.2.6” se resumen los resultados a los cuales ha llegado el crecimiento de las plántulas de molle en los tratamientos experimentales correspondientes al trabajo de investigación realizado.

3.7.1. Resultados de altura de plántula a los 12 días

Tabla 13

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	0,75	0,07	1,278	2,216	3,094	NS
Factor A	2	0,26	0,13	2,443	3,403	5,614	NS
Factor B	3	0,44	0,15	2,727	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	0,05	0,01	0,165	2,508	3,667	NS
Error	24	1,28	0,05				
Total	35	2,03					

Nota: (NS: No significativa).

A nivel de tratamientos experimentales tal como se observa en el Cuadro N° 13 en la fuente de variación “tratamientos” no se observan diferencias estadísticas significativas (NS), por lo cual no se presenta cuadro comparativo.

A nivel de efectos principales, asimismo, en la fuente de variación “factor A y factor B” del Cuadro N° 13 no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.7.2. Resultados de altura de plántula a los 16 días

Tabla 14

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra (CV: 18,69 %)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	1,19	0,11	1,246	2,216	3,094	NS
Factor A	2	0,70	0,35	4,048	3,403	5,614	☼
Factor B	3	0,44	0,15	1,678	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	0,05	0,01	0,095	2,508	3,667	NS
Error	24	2,08	0,09				
Total	35	3,27					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 15

Altura de plántulas de molle expresado en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,69 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	1,90	a
T 8	1,80	a
T 5	1,77	a
T 10	1,70	a
T 7	1,67	a
T 4	1,57	a
T 12	1,50	a
T 2	1,50	a
T 9	1,40	a
T 6	1,40	a
T 1	1,40	a
T 3	1,30	a

A nivel de tratamientos experimentales no se observan diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 16

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel efectos principales (CV = 18,69 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	NS
P2	1,74	A	C3	1,70	a
P1	1,58	a b	C2	1,62	a
P3	1,40	B	C1	1,58	a
			C0	1,40	a

A nivel de Efectos Principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas, registrando mayor altura de plántula el tratamiento pregerminativo P2 (1,74 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.7.3. Resultados de altura de plántula a los 20 días

Tabla 17

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	4,98	0,45	3,039	2,216	3,094	☼
Factor A	2	3,66	1,83	12,297	3,403	5,614	☼☼
Factor B	3	1,06	0,35	2,381	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	0,25	0,04	0,282	2,508	3,667	NS
Error	24	3,57	0,15				
Total	35	8,55					

Nota:(☼: Diferencia significativa al 5 %, ☼☼: Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 18

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 20,49 %)

Tratamiento	Clave	Promedio	Sig 5 %
T 11	P2 C3	2,70	a
T 8	P2 C2	2,47	a b
T 5	P2 C1	2,10	a b
T 2	P2 C0	2,03	a b
T 10	P1 C3	1,90	a b
T 7	P1 C2	1,80	a b
T 4	P1 C1	1,77	a b
T 12	P3 C3	1,70	a b
T 9	P3 C2	1,67	a b
T 6	P3 C1	1,57	a b
T 1	P1 C0	1,50	b
T 3	P3 C0	1,40	b

Existen diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental).

Presenta mayor altura de plántula T11 (2,70 cm) y presentan menor altura de plántula T1 (1,50 cm) y T3 (1,40 cm).

Tabla 19

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 20,49 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	NS
P2	2,33	A	C3	2,10	a
P1	1,74	B	C2	1,98	a
P3	1,58	B	C1	1,81	a
			C0	1,64	a

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas. Presenta mayor altura de plántula P2 (2,33 cm); y presentan menor altura P1 (1,74 cm) y P3 (1,58 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.7.4. Resultados de altura de plántula a los 24 días

Tabla 20

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	7,52	0,68	2,958	2,216	3,094	☼
Factor A	2	4,00	2,00	8,655	3,403	5,614	☼☼
Factor B	3	3,44	1,15	4,957	3,009	4,718	☼☼
Interacción A x B	6	0,08	0,01	0,059	2,508	3,667	NS
Error	24	5,55	0,23				
Total	35	13,07					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 21

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 7,93 %)

Tratamiento	Promedio	Sig 5 %
T 11	5,70	a
T 8	5,53	a
T 10	5,40	a b
T 7	5,20	a b
T 5	5,10	a b
T 4	5,00	a b
T 2	4,83	a b
T 12	4,80	a b
T 9	4,67	a b
T 1	4,53	a b
T 6	4,40	a b
T 3	4,10	b

Existen diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental).

Donde presentan mayor altura de plántula los tratamientos T11 (5,70 cm) y T8 (5,53 cm), mientras que presenta menor altura de plántula el tratamiento T3 (4,10 cm).

Tabla 22

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 7,93 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	1 %
P2	5,29	a	C3	5,30	a
P1	5,03	a b	C2	5,13	a b
P3	4,49	b	C1	4,83	a b
			C0	4,49	b

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental).

Se determinó lo siguiente: presenta mayor altura de plántula el tratamiento pregerminativo P2 (5,29 cm) y presenta menor altura de plántula el tratamiento pregerminativo P3 (4,49 cm). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental).

Promueve mayor altura de plántula la concentración auxínica C3 (5,30 cm) y presenta menor altura de plántula la concentración auxínica C0 (4,49 cm).

3.7.5. Resultados de altura de plántula a los 30 días

Tabla 23

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 30 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	8,13	0,74	1,624	2,216	3,094	NS
Factor A	2	3,76	1,88	4,134	3,403	5,614	☼
Factor B	3	3,80	1,27	2,783	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	0,57	0,09	0,208	2,508	3,667	NS
Error	24	10,92	0,46				
Total	35	19,05					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 24

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,02 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	9,17	a
T 8	9,03	a
T 5	8,70	a
T 10	8,60	a
T 12	8,50	a
T 7	8,50	a
T 2	8,43	a
T 9	8,40	a
T 4	8,20	a
T 1	8,07	a
T 6	8,03	a
T 3	7,27	a

A nivel de Tratamientos Experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 25

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,02 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	NS
P2	8,83	a	C3	8,76	a
P1	8,34	a b	C2	8,64	a
P3	8,05	b	C1	8,31	a
			C0	7,92	a

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Donde presenta mayor altura de plántula el tratamiento pregerminativo P2 (8,83 cm) y menor altura de plántula el tratamiento pregerminativo P3 (8,05 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.7.6. Resultados de altura de plántula a los 36 días

Tabla 26

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Fc	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	9,41	0,86	1,514	1,514	3,094	NS
Factor A	2	5,57	2,79	4,931	4,931	5,614	☀
Factor B	3	3,73	1,24	2,199	2,199	4,718	NS
Interacción A x B	6	0,11	0,02	0,032	0,032	3,667	NS
Error	24	1,56	0,56				
Total	35	22,97					

Nota:(☀: Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 27

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 7,18 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	11,37	a
T 8	11,10	a
T 10	10,90	a
T 5	10,83	a
T 7	10,80	a
T 2	10,40	a
T 4	10,30	a
T 12	10,27	a
T 9	10,23	a
T 1	10,13	a
T 6	9,80	a
T 3	9,57	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 28

Altura de plántula de molle expresado en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 7,18 %)

Testigo	Prom	5%	Concentración	Prom	NS
p2	10,93	a	c3	10,84	a
p1	10,53	a b	c2	10,71	a
p3	9,97	b	c1	10,31	a
			c0	10,03	a

A nivel de Efectos Principales los tratamientos pregerminativos no presentan diferencias estadísticas significativas (NS). Por otro lado, a nivel de las concentraciones auxínicas se observa que no presentan diferencias estadísticas significativas (NS), aunque si presentan diferencias numéricas.

3.7.7. Discusión de los resultados de altura de plántula

Con respecto al parámetro altura de plántula, se ha determinado que el tratamiento T11 presenta mayor altura de plántula que el tratamiento T3, presentando diferencias estadísticas a los 20 y 24 días después de la siembra.

Analizando los Efectos Principales, se determinó que las diferencias de altura de plántula entre tratamientos experimentales son causadas por el efecto principal “Tratamientos Pregerminativos” y no presenta influencia el Factor denominado Aplicación de Auxinas. A los 36 días, las plántulas originadas por la escarificación mecánica de semillas han logrado mayor crecimiento en tamaño.

Definitivamente, aquellas semillas que han germinado anticipadamente han logrado crecer en tamaño más que aquellas que germinaron tardíamente.

3.8. Numero de hojas por plántula

La evaluación del número de hojas por plántula se realizó a los 12, 16, 20, 24, 30 y 36 días después de la siembra. En la tabla N° 30, 33, 36, 39, 42 y 45; se resumen los resultados de conteo del número de hojas por plántula de molle en los tratamientos experimentales.

Los valores de los registros de las evaluaciones realizadas y los análisis de variabilidad (ANOVA) se encuentran en el apéndice C.

3.8.1. Resultados del número de hojas por plántula a los 12 días

Tabla 29

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 12 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	4.89	0.44	2.667	2.216	3.094	☼
Factor A	2	2.89	1.44	8.667	3.403	5.614	☼☼
Factor B	3	1.56	0.52	3.111	3.009	4.718	☼
Interacción A x B	6	0.44	0.07	0.444	2.508	3.667	NS
Error	24	4.00	0.17				
Total	35	8.89					

Nota: (☼: Diferencia significativa al 5 %, ☼☼: Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 30

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 12 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 26,24 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	2,00	a
T 8	2,00	a
T 5	2,00	a
T 10	2,00	a
T 7	1,67	a
T 4	1,67	a
T 2	1,33	a
T 12	1,33	a
T 9	1,33	a
T 1	1,33	a
T 6	1,00	a
T 3	1,00	a

A nivel de tratamientos experimentales: No existen diferencias estadísticas significativas (NS)

Tabla 31

Numero de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 12 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 26,24 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	5 %
P2	1,83	a	C3	1,78	a
P1	1,67	a b	C2	1,67	a b
P3	1,17	b	C1	1,56	a b
			C0	1,22	b

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas. Se ha determinado alto número de hojas por plántula en P2 (1,83 hojas) y reducido número de hojas por plántula en P3 (1,17 hojas). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). C3 (1,78 hojas) promueve alto número de hojas por plántula y presenta reducido número de hojas por plántula C0 (1,22 hojas).

3.8.2. Resultados del número de hojas por plántula a los 16 días

Tabla 32

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	6.67	0.61	1.983	2.216	3.094	NS
Factor A	2	2.67	1.33	4.364	3.403	5.614	☀
Factor B	3	3.33	1.11	3.636	3.009	4.718	☀
Interacción A x B	6	0.67	0.11	0.364	2.508	3.667	NS
Error	24	7.33	0.31				
Total	35	14.00					

Nota:(☀: Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 33

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,43 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	3,67	a
T 8	3,67	a
T 7	3,33	a
T 10	3,33	a
T 5	3,00	a
T 2	3,00	a
T 4	3,00	a
T 12	3,00	a
T 9	2,67	a
T 6	2,67	a
T 1	2,33	a
T 3	2,33	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 34

Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos Principales (CV: 18,43 %)

Testigo	Prom	5%	Concentración	Prom	5%
P2	3,33	a	C3	3,33	a
P1	3,00	a b	C2	3,22	a b
P3	2,67	b	C1	2,89	a b
			C0	2,56	b

A nivel de efectos principales: Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Se ha determinado alto número de hojas por plántula en el tratamiento pregerminativo P2 (3,33 hojas) y reducido número de hojas por plántula en el tratamiento pregerminativo P3 (2,67 hojas).

Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). La concentración auxínica C3 (3,33 hojas) promueve mayor número de hojas que la concentración auxínica C0 (2,56 hojas).

3.8.3. Resultados del número de hojas por plántula a los 20 días

Tabla 35

Análisis de Varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 20 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	22,00	2,00	4,800	2,216	3,094	☼☼
Factor A	2	15,17	7,58	18,200	3,403	5,614	☼☼
Factor B	3	6,00	2,00	4,800	3,009	4,718	☼☼
Interacción A x B	6	0,83	0,14	0,333	2,508	3,667	NS
Error	24	10,00	0,42				
Total	35	32,00					

Nota: (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 36

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 20 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 13,83 %)

Tratamiento	Promedio	Sig 1 %
T 11	5,67	a
T 8	5,67	a
T 5	5,33	a b
T 7	5,33	a b
T 10	5,33	a b
T 2	5,00	a b
T 12	4,33	a b
T 4	4,33	a b
T 9	4,00	a b
T 1	4,00	a b
T 6	3,67	a b
T 3	3,33	b

A nivel de tratamientos experimentales existen diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Los tratamientos T11 (5,67 hojas) y T8 (5,67 hojas) presentan mayor número de hojas que el tratamiento T3 (3,33 hojas).

Tabla 37

Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 20 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV= 13,83 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	5 %
P2	5,42	a	C3	5,11	a
P1	4,75	a	C2	5,00	a
P3	3,83	b	C1	4,44	a b
			C0	4,11	b

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental).

Se ha determinado alto número de hojas por plántula en los tratamientos pregerminativos P2 (5,42 hojas) y P1 (4,75 hojas); y reducido número de hojas en

P3 (3,83 hojas). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental).

Las concentraciones auxínicas C3 (3,33 hojas) y C2 (5,00 hojas) promueven mayor número de hojas por plántula que la concentración auxínica C0 (4,11 hojas).

3.8.4. Resultados del número de hojas por plántula a los 24 días

Tabla 38

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	12,97	1,18	3,266	2,216	3,094	☼☼
Factor A	2	3,72	1,86	5,154	3,403	5,614	☼
Factor B	3	7,86	2,62	7,256	3,009	4,718	☼☼
Interacción A x B	6	1,39	0,23	0,641	2,508	3,667	NS
Error	24	8,67	0,36				
Total	35	21,64					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, ☼☼: Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 39

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 8,83%)

Tratamiento	Clave	Promedio	Sig 5 %
T 11	P2 C3	7,67	a
T 8	P2 C2	7,33	a b
T 10	P1 C	7,33	a b
T 7	P1 C2	7,00	a b
T 2	P2 C0	7,00	a b
T 12	P3 C3	7,00	a b
T 5	P2 C1	7,00	a b
T 9	P3 C2	7,00	a b
T 4	P1 C1	6,67	a b
T 6	P3 C1	6,33	a b
T 1	P1 C0	5,67	B
T 3	P3 C0	5,67	B

A nivel de tratamientos experimentales, existen diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). El tratamiento T11 (7,67 hojas) presenta mayor número de hojas que los tratamientos T1 (5,67 hojas) y T3 (5,67 hojas).

Tabla 40

Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 8,83 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	1 %
P2	7,25	A	C3	7,33	A
P1	6,67	a b	C2	7,11	A
P3	6,50	B	C1	6,67	a b
			C0	6,11	B

Los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas. P2 (7,25 hojas) presenta mayor número de hojas que P3 (6,50 hojas). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas altamente significativas. C3 (7,33 hojas) y C2 (7,11 hojas) generan alto número de hojas por plántula que C0 (6,11 hojas).

3.8.5. Resultados del número de hojas por plántula a los 30 días

Tabla 41

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 30 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	12,31	1,12	1,611	2,216	3,094	NS
Factor A	2	1,72	0,86	1,240	3,403	5,614	NS
Factor B	3	10,31	3,44	4,947	3,009	4,718	☼
Interacción A x B	6	0,28	0,05	0,067	2,508	3,667	NS
Error	24	16,67	0,69				
Total	35	28,97					

Nota: (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 42

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 30 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,45 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	8,67	a
T 8	8,67	a
T 10	8,67	a
T 7	8,67	a
T 12	8,33	a
T 9	8,00	a
T 5	7,67	a
T 2	7,67	a
T 4	7,67	a
T 6	7,33	a
T 1	7,33	a
T 3	7,00	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 43

Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 30 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,45 %)

Testigo	Prom	NS	Concentración	Prom	5 %
P2	8,17	a	C3	8,56	a
P1	8,08	a	C2	8,44	a
P3	7,67	a	C1	7,56	a b
			C0	7,33	b

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos no presentan diferencias estadísticas (NS). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Las concentraciones auxínicas C3 (8,56 hojas) y C2 (8,44 hojas) presentan valores mayores que C0 (7,33 hojas).

3.8.6. Resultados del número de hojas por plántula a los 36 días

Tabla 44

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	22,31	2,03	1,659	2,216	3,094	NS
Factor A	2	6,22	3,11	2,545	3,403	5,614	NS
Factor B	3	15,64	5,21	4,265	3,009	4,718	☼
Interacción A x B	6	0,44	0,07	0,061	2,508	3,667	NS
Error	24	29,33	1,22				
Total	35	51,64					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 45

Número de hojas por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 12,02 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	10,67	a
T 8	10,33	a
T 10	9,67	a
T 7	9,67	a
T 12	9,33	a
T 9	9,33	a
T 5	9,33	a
T 2	8,67	a
T 4	8,67	a
T 6	8,33	a
T 1	8,33	a
T 3	8,00	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 46

Número de hojas por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 12,02 %)

Testigo	Prom	NS	Concentración	Prom	5 %
P2	9,75	a	C3	9,89	a
P1	9,08	a	C2	9,78	a
P3	8,75	a	C1	8,78	a b
			C0	8,33	b

A nivel de efectos principales, los tratamientos pregerminativos no presentan diferencias estadísticas significativas (NS). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Las concentraciones auxínicas C3 (9,89 hojas) y C2 (9,78 hojas) generan mayor número de hojas que C0 (8,33 hojas).

3.8.7. Discusión de los resultados del parámetro: Número de hojas por plántula

La Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (2009) refiere que el desarrollo de las plantas implica también la diferenciación, que viene a ser un proceso del desarrollo mediante el cual las células indiferenciadas se transforman en células especializadas para realizar determinadas funciones. Para este caso, las hojas que cumplen la función fotosintética.

A los 36 días después de la siembra, los tratamientos experimentales T1 y T3 estadísticamente muestran bajo número de hojas por plántula que el tratamiento experimental T11 que presenta mayor número de hojas.

Al observar los resultados de los efectos principales de los factores en estudio, se determina que las diferencias estadísticas son causadas por los dos factores principales denominados “tratamientos pregerminativos” y “aplicación de auxinas”.

Es así que las plántulas de molle originadas de semillas sometidas a la escarificación mecánica de semillas han logrado diferenciarse más que las plántulas originadas de semillas sometidas a ácido sulfúrico al 10 %. Las semillas

germinadas anticipadamente logran crecer y diferenciarse más que aquellas que germinaron tardíamente.

Por otro lado, el efecto principal de factor denominado aplicación de auxinas. También juega papel importante en la generación de hojas. Estableciéndose que las plántulas sometidas a la concentración auxínica C3 (30 ppm) y la concentración auxínica C2 (25 ppm) promueven la mayor formación de hojas que aquellas plántulas que no fueron sometidas a las sustancias auxínicas.

3.9. Número de raíces por plántula

La evaluación del Número de Raíces por Plántula se realizó a los 16, 24 y 36 días después de la siembra.

3.9.1. Resultados del número de raíces por plántula a los 16 días

Tabla 47

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	9,22	0,84	1,886	2.216	3.094	NS
Factor A	2	4,06	2,03	4,563	3.403	5.614	☼
Factor B	3	4,56	1,52	3,417	3.009	4.718	☼
Interacción A x B	6	0,61	0,10	0,229	2.508	3.667	NS
Error	24	10,67	0,44				
Total	35	19,89					

Nota: (☼: Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 48

Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 16,44 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	4,67	a
T 8	4,67	a
T 10	4,67	a
T 7	4,67	a
T 5	4,33	a
T 4	4,00	a
T 12	4,00	a
T 2	3,67	a
T 9	3,67	a
T 1	3,67	a
T 6	3,33	a
T 3	3,33	a

A nivel de tratamientos experimentales: No se aprecian diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 49

Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 16,44 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	5 %
P2	4,33	a	C3	4,44	a
P1	4,25	a b	C2	4,33	a b
P3	3,58	b	C1	3,89	a b
			C0	3,56	b

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental).

Se ha determinado mayor número de raíces por plántula en el tratamiento pregerminativo P2 (4,33 raíces) y reducido número de hojas en P3 (3,58 raíces).

Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). La concentración auxínica C3 (4,44 raíces) presenta mayor número de raíces que la concentración auxínica C0 (3,56 raíces).

3.9.2. Resultados del número de raíces por plántula a los 24 días

Tabla 50

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	32.22	2.93	3.766	2.216	3.094	☼☼
Factor A	2	19.39	9.69	12.464	3.403	5.614	☼☼
Factor B	3	12.00	4.00	5.143	3.009	4.718	☼☼
Interacción A x B	6	0.83	0.14	0.179	2.508	3.667	NS
Error	24	18.67	0.78				
Total	35	50.89					

Nota: (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 51

Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,44 %)

Tratamiento	Promedio	Sig 5 %
T 11	9,67	A
T 7	9,67	A
T 8	9,33	a b
T 10	9,33	a b
T 5	9,00	a b c
T 2	8,33	a b c
T 4	8,33	a b c
T 1	8,00	a b c
T 12	8,00	a b c
T 9	8,00	a b c
T 6	7,00	b c
T 3	6,67	C

A nivel de tratamientos experimentales existen diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Los tratamientos T11 (9,67 raíces),

T7 (9,67 raíces), T8 (9,33 raíces) y T10 (9,33 raíces) presentan mayor número de raíces que T3 (6,67 hojas).

Tabla 52

Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,44 %)

Testigo	Prom	1 %	Concentración	Prom	5 %
P2	9,08	a	C3	9,00	a
P1	8,83	a	C2	9,00	a
P3	7,42	b	C1	8,11	a b
			C0	7,67	b

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental).

Los tratamientos pregerminativos P2 (9,08 raíces) y P1 (8,83 raíces) generan mayor número de raíces que el tratamiento pregerminativo P3 (7,42 raíces).

Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). La concentración auxínica C3 (9,00 raíces) y C2 (9,00 raíces) promueven mayor número de raíces que la concentración auxínica C0 (7,67 raíces).

3.9.3. Resultados del número de raíces por plántula a los 36 días

Tabla 53

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	25,42	2,31	2,377	2,216	3,094	☼
Factor A	2	10,50	5,25	5,400	3,403	5,614	☼
Factor B	3	13,64	4,55	4,676	3,009	4,718	☼
Interacción A x B	6	1,28	0,21	0,219	2,508	3,667	NS
Error	24	23,33	0,97				
Total	35	48,75					

Nota: (☼: Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 54

Número de raíces por plántula de molle expresado en unidades, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 6,84 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	15,67	A
T 8	15,33	A
T 10	15,33	A
T 7	15,33	A
T 5	14,67	A
T 4	14,67	A
T 12	14,00	A
T 9	14,00	A
T 2	14,00	A
T 6	13,67	A
T 1	13,33	A
T 3	13,00	A

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 55

Número de raíces por plántula de molle expresados en unidades, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV = 6,84 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	5 %
P2	14,92	a	C3	15,00	a
P1	14,67	a b	C2	14,89	a
P3	13,67	b	C1	14,33	a b
			C0	13,44	b

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). El tratamiento pregerminativo P2 (14,92 raíces) presenta mayor número de hojas que el tratamiento pregerminativo P3 (13,67 raíces). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Las concentraciones auxínicas C3 (15,00 raíces) y C2 (14,89 raíces) genera mayor número de hojas que la concentración auxínica C0 (13,44 raíces).

3.9.4. Discusión de los resultados del parámetro: Número de raíces por plántula

Según Azcón-Bieto & Talon (2000), indican que el meristemo apical de la raíz genera las células que forman la caliptra y el eje radicular. El meristemo apical de la raíz nunca produce órganos laterales. Las raíces laterales se forman a través de los meristemos adventicios. Por otro lado, Herrera (2006) señala que mediante la auxina, la formación de nuevas raíces está coordinada con la de nuevas hojas, y a la vez estos procesos están relacionados con la diferenciación.

A los 36 días después de la siembra, los tratamientos experimentales no presentan diferencias estadísticas, pero las diferencias numéricas existentes son producto de los efectos principales de los factores en estudio.

Las plántulas originadas de la escarificación mecánica de semillas, han logrado diferenciarse más que las plántulas originadas de semillas de molle sometidas a ácido sulfúrico al 10 %. Ello se debe a que las semillas germinadas anticipadamente logran crecer y diferenciarse más que aquellas que germinaron tardíamente.

Por otro lado, el efecto principal de factor denominado aplicación de auxinas. También juega papel importante en la generación de raíces. Se ha logrado determinar que las plántulas sometidas a la concentración auxínica C3 (30 ppm) y la concentración auxínica C2 (25 ppm) promueven mayor formación de raíces que aquellas plántulas que no fueron sometidas a las sustancias auxínicas.

3.10. Longitud total de raíces por plántula

La evaluación de este parámetro se realizó a los 16, 24 y 36 días después de la siembra.

3.10.1. Resultados de la longitud total de raíces a los 16 días

Tabla 56

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 16 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	60,68	5,52	0,951	2,216	3,094	NS
Factor A	2	47,50	23,75	4,096	3,403	5,614	☼
Factor B	3	11,02	3,67	0,633	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	2,16	0,36	0,062	2,508	3,667	NS
Error	24	139,17	5,80				
Total	35	199,85					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 57

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 17,41 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	15,93	A
T 8	15,87	A
T 5	15,10	A
T 2	14,40	A
T 10	14,03	A
T 7	13,73	A
T 4	13,47	A
T 1	13,27	A
T 12	13,17	A
T 9	13,07	A
T 6	12,70	a
T 3	11,20	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS). Aunque si existen diferencias numéricas entre los tratamientos.

Tabla 58

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 16 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 17,41 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	NS
P2	15,33	a	C3	14,38	a

P1	13,63	a b	C2	14,22	a
P3	12,53	b	C1	13,76	a
			C0	12,96	a

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Se ha determinado mayor longitud total de raíces por plántula en el tratamiento pregerminativo P2 (15,33 cm) y menor longitud total de raíces por plántula en el tratamiento pregerminativo P3 (12,53 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.10.2. Resultados de la longitud total de raíces a los 24 días

Tabla 59

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 24 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	365,65	33,24	1,242	2,216	3,094	NS
Factor A	2	310,88	155,44	5,809	3,403	5,614	☼ ☼
Factor B	3	50,73	16,91	0,632	3,009	4,718	NS
Interacción A x B	6	4,03	0,67	0,025	2,508	3,667	NS
Error	24	642,22	26,76				
Total	35	1007,87					

Nota: (☼ ☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 60

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 18,45 %)

Tratamiento	Promedio	Sig
T 11	31,93	a
T 8	31,57	a
T 5	30,70	a
T 10	30,60	a

T 7	30,53	a
T 2	29,77	a
T 4	28,53	a
T 1	26,77	a
T 12	25,47	a
T 9	24,80	a
T 6	23,33	a
T 3	22,53	a

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 61

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 24 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 18,45 %)

Testigo	Prom	1%	Concentración	Prom	NS
P2	30,99	a	C3	29,33	a
P1	29,11	a b	C2	28,97	a
P3	24,03	b	C1	27,52	a
			C0	26,36	a

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). El tratamiento pregerminativo P2 (30,99 cm) ha promovido mayor longitud total de raíces por plántula que el tratamiento pregerminativo P3 (24,03 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.10.3. Resultados de la longitud total de raíces a los 36 días

Tabla 62

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	328,27	29,84	1,159	2,216	3,094	NS
Factor A	2	256,94	128,47	4,990	3,403	5,614	☀
Factor B	3	66,95	22,32	0,867	3,009	4,718	NS

Interacción A x B	6	4,38	0,73	0,028	2,508	3,667	NS
Error	24	617,91	25,75				
Total	35	946,18					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, NS: No significativa)

Tabla 63

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 10,22 %)

Tratamiento	Promedio	Sig NS
T 11	53,50	A
T 8	53,40	A
T 5	52,20	A
T 10	52,10	A
T 2	51,30	A
T 7	51,27	A
T 4	49,33	A
T 1	48,03	A
T 9	47,67	A
T 12	47,63	A
T 6	45,30	A
T 3	43,90	A

A nivel de tratamientos experimentales no existen diferencias estadísticas significativas (NS).

Tabla 64

Longitud total de raíces por plántula de molle expresados en centímetros, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 10,22 %)

Testigo	Prom	5 %	Concentración	Prom	NS
P2	52,60	a	C3	51,08	a
P1	50,18	a b	C2	50,78	A
P3	46,13	b	C1	48,94	A
			C0	47,74	A

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). Se ha

determinado mayor longitud total de raíces por plántula en el tratamiento pregerminativo P2 (52,60 cm) y menor longitud total de raíces por plántula en el tratamiento pregerminativo P3 (46,13 cm). Las concentraciones auxínicas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS).

3.10.4. Discusión de los resultados del parámetro

3.10.4.1. Longitud total de raíces por plántula

A los 36 días después de la siembra, los tratamientos experimentales no presentan diferencias estadísticas, pero las diferencias numéricas existentes son producto de los efectos principales de los factores en estudio.

Las plántulas originadas de la escarificación mecánica de semillas, han logrado diferenciarse más en cuanto a la longitud total de raíces que las plántulas originadas de semillas sometidas a ácido sulfúrico al 10 %. Ello se debe a que las semillas germinadas anticipadamente logran crecer y acumular mayor área radicular que las plántulas germinadas posteriormente.

Una plántula con mayor longitud de raíces es una plántula con mayor capacidad de captación de nutrientes porque tiene mayor superficie receptiva y puede sustentar adecuadamente toda la estructura foliar formada.

3.11. Peso seco por plántula

La evaluación de este parámetro muy importante, se llevó a cabo a los 36 días después de la siembra.

Tabla 65

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	3,69	0,34	7,021	2,216	3,094	☼ ☼
Factor A	2	0,35	0,18	3,703	3,403	5,614	☼
Factor B	3	3,05	1,02	21,308	3,009	4,718	☼ ☼
Interacción A x B	6	0,28	0,05	0,983	2,508	3,667	NS
Error	24	1,15	0,05				
Total	35	4,84					

Nota: (☼): Diferencia significativa al 5 %, ☼ ☼: Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 66

Peso seco por plántula de molle expresado en gramos, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 13,09 %)

Tratamiento	Promedio	Sig 1 %
T 11	2,03	a
T 8	2,00	A
T 12	1,93	a b

T 9	1,90	a b
T 5	1,90	a b
T 10	1,90	a b
T 7	1,87	a b
T 4	1,43	a b
T 6	1,33	a b
T 2	1,30	a b
T 1	1,27	a b
T 3	1,17	B

A nivel de tratamientos experimentales existen diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Los tratamientos T11 (2,03 g) y T8 (2,00 g) presentan mayor peso seco que las plántulas del tratamiento T3 (1,17 g).

Tabla 67

Peso seco por plántula de molle expresado en gramos, evaluados a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 13,09 %)

Testigo	Prom	5 %	Dosis	Prom	1 %
P2	1,81	a	C3	1,96	A
P1	1,62	a b	C2	1,92	a b
P3	1,58	b	C1	1,56	b c
			C0	1,24	C

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos presentan diferencias estadísticas significativas (al 5 % de error experimental). El tratamiento pregerminativo P2 (1,81 g) ha promovido mayor peso seco por plántula que el tratamiento pregerminativo P3 (1,58 g). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). La concentración auxínica C3 (1,96 g) y C2 (1,92 g) generan mayor peso seco que la concentración auxínica C0 (1,24 g).

3.11.1. Discusión de los resultados del parámetro: Peso seco por plántula:

A los 36 días después de la siembra, los tratamientos T11 y T8 han logrado generar mayor cantidad de peso seco que el tratamiento T3. Se observa que aquellos tratamientos con influencia del tratamiento pregerminativo P2 (escarificación mecánica de semillas) han generado mayor cantidad de peso seco que aquellos tratamientos con influencia del tratamiento pregerminativo P3 (remojo de semillas en ácido sulfúrico al 10 %). Recordemos que el tratamiento pregerminativo P2 hizo germinar sus semillas antes que los demás, igualmente adelantó su desarrollo foliar y radicular, como consecuencia ha tenido un mayor tiempo efectivo para acumular mayor cantidad de peso seco por plántula.

En cuanto a los efectos principales de la aplicación auxínica, se observa que las concentraciones auxínicas C3 (30 ppm) y C2 (25 ppm) han fortalecido la diferenciación de los tejidos en la plántula promoviendo la generación de mayor peso seco. Ello se debe a la división celular generada por las auxinas, acumulando celulosa y otras sustancias para las paredes celulares (sólidos totales) y ello hace incrementar el peso seco, dándole a la plántula mayor resistencia a condiciones adversas.

3.12. Porcentaje de Materia seca

La evaluación de este parámetro se realizó en todas las unidades experimentales de los tratamientos en estudio a los 36 días después de la siembra.

En el Cuadro N°27 se registran los resultados de la materia seca por plántula de molle expresados en porcentajes en los tratamientos experimentales correspondientes al trabajo de investigación realizado. Dichos resultados logran

determinar la influencia de los factores en estudio midiendo sus efectos principales sobre el porcentaje de materia seca por plántula.

Los valores de los registros de la evaluación realizada y los análisis de variabilidad (ANOVA) correspondientes a la materia seca por plántula se encuentran en el apéndice A 23.

Tabla 68

Análisis de varianza de los tratamientos experimentales y los factores en estudio a los 36 días después de la siembra

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5 %	Ft 1 %	Sig
Tratamientos	11	28,17	2,56	3,163	2,216	3,094	☼☼
Factor A	2	3,13	1,56	1,932	3,403	5,614	NS
Factor B	3	23,52	7,84	9,682	3,009	4,718	☼☼
Interacción A x B	6	1,52	0,25	0,313	2,508	3,667	NS
Error	24	19,43	0,81				
Total	35	47,60					

Nota: (☼☼): Diferencia significativa al 1 %, NS: No significativa)

Tabla 69

Materia seca por plántula de molle expresado en porcentaje, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de tratamientos experimentales (CV: 4,50 %)

Tratamiento	Promedio	Sig 5 %
T 8	12,80	a
T 11	12,55	a b
T 7	12,50	a b
T 10	12,45	a b
T 12	12,35	a b
T 5	12,30	a b
T 9	12,28	a b
T 4	11,44	a b
T 6	10,70	a b

T 2	10,65	a b
T 1	10,50	a b
T 3	9,80	b

A nivel de tratamientos experimentales existen diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Se observa mayor porcentaje de materia seca por plántula en el tratamiento T8 (20,96 %) y menor porcentaje de materia seca por plántula en el tratamiento T3 (18,21 %).

Tabla 70

Materia seca por plántula de molle expresado en porcentaje, evaluado a los 36 días después de la siembra a nivel de efectos principales (CV: 4,50 %)

Testigo	Prom	NS	Dosis	Prom	1 %
P2	12,05	a	C2	12,55	a
P1	11,70	a	C3	12,45	a
P3	11,25	a	C1	11,50	a b
			C0	10,30	b

A nivel de efectos principales los tratamientos pregerminativos no presentan diferencias estadísticas significativas (NS). Las concentraciones auxínicas presentan diferencias estadísticas altamente significativas (al 1 % de error experimental). Las concentraciones auxínicas C2 (12,55 %) y C3 (12,45 %) desarrollan mayor porcentaje de materia seca por plántula que la concentración auxínica C0 (10,30 %).

3.12.1. Discusión de los resultados del parámetro: Materia seca

Santa María de Campo (1992) indica que las plantas deben obtener de su entorno las materias primas específicas necesarias, para las complejas reacciones bioquímicas implicadas en el mantenimiento de sus células y el crecimiento. Una

planta que es sometida a desecamiento de sus tejidos dejará como restos la materia seca acumulada por la planta.

Este parámetro sirve para determinar la calidad de plántula para soportar el repique o trasplante y asegura su supervivencia en campo definitivo. Al igual que en el parámetro de peso seco, se observa que a los 36 días después de la siembra, el tratamiento experimental T8 ha logrado acumular mayor cantidad de materia seca a diferencia del tratamiento experimental T3 que acumula menor porcentaje de materia seca.

En cuanto a los efectos de los factores principales, se observa claramente la influencia del factor denominado aplicación de auxinas. Es así que la concentración auxínica C2 (25 ppm) y la concentración auxínica C3 (30 ppm) han promovido que las plántulas acumulen mayor cantidad de materia seca que aquellas plántulas que no recibieron aplicación auxínica.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Primera. Se ha evaluado el comportamiento de la aplicación de tres técnicas para escarificar las semillas (Tratamientos Pregerminativos), la aplicación de cuatro dosis auxínicas y la combinación de los dos factores en estudio para la producción de plántulas de molle, bajo las condiciones de vivero forestal, determinándose que la escarificación mecánica de semillas más la aplicación de solución auxínica a 25 ppm lograron promover los mejores resultados.

Segunda. El tratamiento pregerminativo P2, donde se ha realizado la escarificación mecánica de semillas de molle ha logrado acelerar el

proceso de imbibición de las semillas; registrando altos porcentajes de germinación, tal es así que a los 12 días después de la siembra presenta 71,90 % de semillas germinadas y a los 20 días presenta 91,45 % de semillas germinadas.

Tercera. El nivel C2 (25 ppm) del factor “aplicación de dosis o concentraciones auxínicas”, ha logrado mejorar el desarrollo de la plántula de molle acelerando su crecimiento y diferenciación luego de haberse producido la germinación. A los 36 días después de la siembra, las plántulas han acumulado mayor porcentaje de materia seca (12,55 %), alta cantidad de peso seco (1,92 g), alto número de raíces (14,89 raíces) y alta cantidad de hojas (9,78).

Cuarta. Se ha logrado determinar que el tratamiento experimental T8, resultado de la combinación de los factores principales en sus niveles: escarificación mecánica de semillas, más la aplicación de solución auxínica a 25 ppm, a los 36 días después de la siembra ha logrado producir plántulas de molle con mayor porcentaje de materia seca (12,80 %) y alto porcentaje de germinación (92,30 %). Por otro lado, el tratamiento experimental T3 resultado de la combinación de los factores principales en sus niveles: remojo de semillas en ácido sulfúrico al 10 % y 0 ppm de solución auxínica que ha producido plántulas con menor porcentaje de materia seca (9,80 %) y bajo porcentaje de germinación (60,10 %), respectivamente).

4.2. Recomendaciones

Primera. En la producción de plántulas de molle en el vivero forestal de la municipalidad distrital de Socabaya (y otras zonas con similares condiciones edafoclimáticas), se recomienda realizar la escarificación mecánica de semillas y aplicar la dosis auxínica a la semilla antes de la siembra equivalente a 25 ppm.

Segunda. Se recomienda continuar con trabajos de investigación sobre la aplicación de tratamientos pregerminativos y diferentes dosis auxínicas a las semillas de molle en zonas con diferentes condiciones edafoclimáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, A. (2011) *Establecimiento de cultivo in vitro de molle (schinus molle L.) A partir de yemas axilares tomadas de plantas madre como una herramienta para la propagación de la especie en el distrito metropolitano de Quito.* (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://docplayer.es/55684767-Ingeniera-en-biotecnologia.html>
- Instituto Nacional de Recursos. INRENA. (2009). *Plan Regional de forestación y arborización (PRRA).* Arequipa. Recuperado de siar.minam.gob.pe/arequipa/download/file/fid/52245
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural. AGRORURAL. (2009). *Campaña nacional de reforestación con 60 millones de árboles para la adaptación del cambio climático global.* Lima: Navarrete.
- Azcón-Bieto, J. y Talon, M. (2000). *Fundamentos de la fisiología vegetal.* Barcelona: McGraw-Hill Interamericana.
- Castro, G. y Ayala, R. (2011). *Optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera (Morella pubescens H y B ex Willdenow)* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4157/AGtubadh045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Brevedan, R. (2009). *Guía de trabajos prácticos de fisiología vegetal*. Departamento de agronomía de la Universidad del Sur: Universidad del Sur, Buenos Aires

Cifuentes, B. y Estévez, P. (2014). *Fisiología vegetal: concienciación, divulgación y acercamiento al ecologismo desde la ecología*. Madrid: Recuperado de: http://bioloweb.comli.com/apuntes_txt/fv/00-fisiologia_vegetal.pdf.
Obtenido de http://bioloweb.comli.com/apuntes_txt/fv/00-fisiologia_vegetal.pdf.

Comercial Andina SAC. (2010). *Manual para la utilización del Root-Hor*. Lima: Agronomos.

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. (2009). *Conabio, Schinus molle: Pirú, Anacardiaceae: ficha informativa de la comisión nacional - Gobierno de México*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/anacardiaceae/schinus-molle/fichas/pagina1.htm>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO 2010 Schinus molle Recuperado de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/chi-schi.htm

Fuente de permacultura. (29 de setiembre de 2009). *Schinus molle*. [Página web].

Recuperado de <https://fuentedepermacultura.org/fichas-de-especies-vegetales/schinus-molle/>

Pimienta, E. Muñoz, A. Ramírez, B. y Méndez, L. (2006). *Desarrollo vegetal*.

Recuperado de

https://books.google.com.pe/books?id=gBZaqDGS0MEC&pg=PA11&dq=proceso+de+planta+crecimiento+y+diferenciacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwio2qTOtufaAhUFnFkKHd5GC_IQ6AEIRTAG#v=onepage&q=proceso%20de%20planta%20crecimiento%20y%20diferenciacion&f=false

Hartmann, T. y Kester, D. (1999). *Propagación de plantas. Principios y Prácticas*.

Séptima reimpresión. México, Compañía Editorial Continental.

Herrera, J. e. (2006). *Germinación y crecimiento de la planta. Vol. IV: Fisiología*

de la producción de los cultivos tropicales. Universidad de Costa Rica San José - Costa Rica.

Paltamarca del Mantaro. (2014). *El molle o falsa pimienta: frutos y frutas de*

Huancavelica. Recuperado de <http://orbita.starmedia.com/paltamarca/geografia/frutosyfrutas/molle.html>.

Perú Ecológico. (20 de septiembre de 2010). *Schinus molle: la pimienta del Perú*.

[Página web]. Recuperado de

http://www.peruecologico.com.pe/flo_molle_1.htm

PRONAMACHCS. (1998). *Manual de producción de plantas forestales, proyecto forestería en microcuencas alto andinas*. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/fuente-informacion/programa-nacional-manejo-cuencas-hidrograficas-conservacion>

Quiróz, I., García, E., González, M., Chung, P. y Soto, H. (octubre, 2009). *Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Recuperado de [file:///C:/Users/bug/Downloads/Manual%20Viverizacia%20Nativo%202009%20-%20Chile%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/bug/Downloads/Manual%20Viverizacia%20Nativo%202009%20-%20Chile%20(1).pdf)

Salazar, R. (2001). *Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Vol. II. Turrialba-Costa Rica: CATIE*. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2960/Manejo_de_semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Santa María de Campo, S. (1992). *Biología de las plantas. Universidad Autónoma de Barcelona, departamento de biología animal y vegetal*. Barcelona: Reverte S.A.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. SENAMHI (2010), *Estación de Huasacache Arequipa*. Recuperado de <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04008SENA-8.pdf>

Tupa, D. (2014) *Enraizamiento de estacas de 4 variedades de granado (Punica granatum L.) Con 2 fuentes de auxinas en diferentes concentraciones, Majes 2013* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Agustín,

Arequipa, Perú. Recuperado de
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/818/3/03%20FOR%20187%20TESIS.pdf>

CANNA (2013). *Reguladores de crecimiento vegetal*. Recuperado de
http://www.canna.es/reguladores_del_crecimiento_vegetal

Trujillo, E. (1995). *Curso nacional de recolección y procesamiento de semillas forestales*. Recuperado de
<https://books.google.com.pe/books?id=I9oOAQAIAAJ&pg=RA1-PA44&dq=tratamiento+pregerminativo+de+escarificaci%C3%B3n+mecanica+semillas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiXjJ3LxOfaAhXIzIMKHaPACxoQ6AEIJzAA#v=onepage&q=tratamiento%20pregerminativo%20del%20escarificaci%C3%B3n%20mecanica%20semillas&f=false>