



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA
MATURÍN MONAGAS VENEZUELA**

**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOSIS DE
NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE
PINO CARIBE (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) EN
CONDICIONES DE VÍVERO EN EL MUNICIPIO MATURÍN,
ESTADO MONAGAS**

**Trabajo de Grado Presentado Por:
ANA BELÉN HERNÁNDEZ**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

OCTUBRE, 2017



**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOSIS DE NITRÓGENO
SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINO CARIBE (*Pinus
caribaea* var. *hondurensis*), EN CONDICIONES DE VÍVERO EN EL
MUNICIPIO MATURÍN, ESTADO MONAGAS**

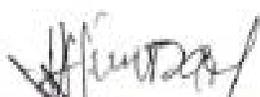
TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

ANA BELÉN HERNÁNDEZ

CI: 23.754.558

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

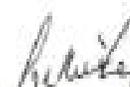
APROBADO POR:



Ing. Agr. José Alejandro Simón.
ASESOR



Ing. For. M. Sc. Héctor Castellano
JURADO PRINCIPAL



Ing. Agr. M.Sc. Jesús R. Méndez N.
ASESOR

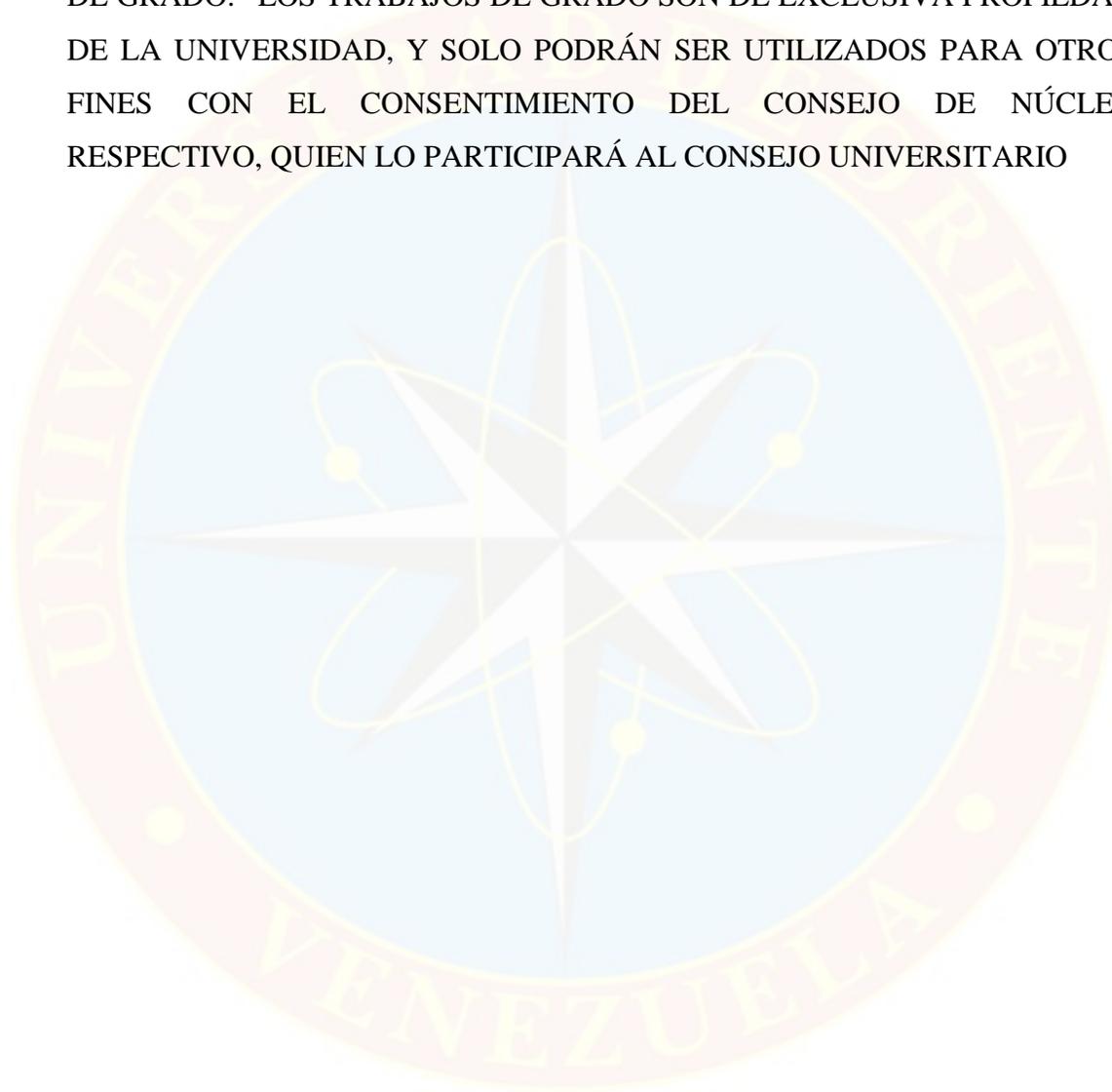


Ing. Agr. Marden Vásquez
JURADO PRINCIPAL

OCTUBRE, 2017

RESOLUCIÓN

DE ACUERDO AL ARTÍCULO 44 DEL REGLAMENTO DE TRABAJOS DE GRADO: “LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD, Y SOLO PODRÁN SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO



DEDICATORIA

Primeramente a **DIOS TODOPODEROSO**, por darme salud, fortaleza y sabiduría, porque todo lo que tengo y lo que soy se lo debo a él.

A dos seres especiales que desde el cielo me están guiando, a mi madre ***Aurora del Carmen Hernández Velásquez***, y a mi abuelo querido ***Evangelista Hernández***, ***porque*** sé que en ese lugar de reposo donde se encuentran ellos siempre están conmigo espiritualmente, porque cada vez que siento que voy a caer me vienen a la mente todos sus recuerdos de cariño y amor, y los consejos que me daban en luchar por una carrera universitaria para mi futuro. Este triunfo se los debo a ellos.

A mi Abuela ***Carmen Elena Velásquez***, quien ha sido esa figura materna para mí y quien con mucho fuerza ha luchado para guiarme por un buen camino, y por ser ese pilar que me impulsa siempre a seguir adelante por cada uno de mis sueños; y a mi adorado tío ***Lenin Stalin Velásquez***, quien me motivó y me apoyo siempre en todo momento para lograr esta meta.

AGRADECIMIENTO

Mi total agradecimiento a **DIOS TODOPODEROSO** por nunca apartar su mirada de mí y abrir una luz en donde había oscuridad, por guiarme siempre a lo largo de mi carrera, por darme la sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles, y sobre todo por colocar personas maravillosas en mi camino que han sido de mucho apoyo durante mi formación profesional.

A mi familia, muy especialmente a mis tías Lenís Hernández, Yelitza Pinto y Venancia Hernández, a ellas gracias por ser ese pilar que siempre me impulsa a salir adelante, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. A toda mi familia por todo su apoyo.

A mi segunda familia, la del área de Orientación de los Servicios Sociales de la UDO, por tener siempre paciencia conmigo, apoyarme y darme siempre sus consejos: *Zulay Hurtado*, y las licenciadas *Yrma Guerra*, *Matilde Everduim* y *Virginia Mendizabal*, todas son muy especiales, gracias por creer en mí, que Dios siempre me las bendiga.

A todos los profesores que tuve la oportunidad de conocer durante toda mi carrera universitaria; de manera muy especial a la profesora *Celeidys Vizcaíno* y a mis asesores de esta tesis: al profesor *José Simosa* y al profesor *Jesús Méndez*, les doy gracias por su dedicación, paciencia y aporte de conocimiento para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos quienes formaron parte de mi crecimiento tanto en la UDO como fuera de ella, y han estado allí apoyándome y motivándome durante el desarrollo del

presente trabajo; agradezco a Dios por ponerlos en mi camino, especialmente a Sandra Oropeza, Luis Canelón, Lauris Rivas, Adriana Lezama, Carina y a Maxheulis Hernández. También a mis amigos Jesuannis Guzmán, Marian Bermúdez, Oskarina Ortiz, Neudis, Yoleida Contreras, Eleisa Calderon, Beitzabeth Fermín, Starsky Carrión, Clara Rivero, Yulimar Marcano, Alexandra Aray, Deilys Pérez, Katherin Maita, Marivic Fernández, a mi comadre y amiga María Laura Rengel; todos son personas únicas y con grandes virtudes, a las que siempre estaré agradecido por brindarme su mano amiga.

Para terminar agradezco nuevamente a Dios por colocar unas personas muy especiales y maravillosas para mí, a la Lcda. *María Emperatriz Domínguez*, a Sara Lara, Jeser Jiménez y a la profesora *Cecilia Guerra*, para las cuales deseo muchas bendiciones en gratificación por todo lo que hicieron por mí y recordarme siempre que:

¡La constancia es la clave del Éxito!

Ana B. Hernández...

INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE GENERAL	vii
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
CULTIVO DE PINO	4
Origen y dispersión.....	4
Taxonomía.....	5
Morfología.....	5
Producción de Semillas.....	6
Requerimientos Edafoclimáticos.....	6
Fertilización.....	7
Riego.....	8
Trasplante.....	8
Tolerancias.....	9
ASPECTO DE PRODUCCION DE PLÁNTULAS	9
Vivero.....	9
Plantación de pino.....	10
Manejo.....	11
Podas.....	11
Tipos de podas.....	11
SUSTRATOS	12
Definición:.....	12
Funciones de los sustratos.....	12
Tipos de sustratos utilizados en la siembra de pino Caribe.....	13
PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS	14
Porosidad total.....	15
Capacidad de aireación.....	15
Agua fácilmente disponible.....	16
Agua de reserva.....	16
Agua totalmente disponible.....	16

Agua difícilmente disponible.....	16
Distribución del tamaño de las partículas.....	17
Estructura estable.....	18
Densidad aparente.....	18
PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUSTRATOS	19
Capacidad de intercambio catiónico. C.I.C	20
Disponibilidad de los nutrientes	21
Salinidad	21
pH	21
Relación Carbono:Nitrógeno.....	22
PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SUSTRATOS.....	23
CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO IDEAL.....	24
CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS EN LA GERMINACION DEL PINO CARIBE.....	25
Corteza de pino Caribe	25
Aserrín de pino Caribe.....	26
Hojas de Acacias.....	28
Estiércol de bovino	28
Pulpa de café.....	29
Pergamino de café.....	29
MATERIALES Y METODOS.....	31
UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	31
MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	31
OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS.....	32
TRATAMIENTOS.....	32
DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS:.....	33
ÁREA DEL ENSAYO:.....	34
VARIABLES A EVALUAR EN EL ENSAYO:.....	35
Germinación	35
Crecimiento de plántulas	36
Caracteres Fisiológicos.....	38
Propiedades Agronómicas de los Sustratos	39
Propiedades Físicas y Químicas.....	40
RESULTADOS.....	43
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUSTRATOS.....	43
pH:	43
Conductividad eléctrica (CE):	44
Porosidad de aireación (PA):	45
Densidad aparente del sustrato (Da):	45
Porosidad Total (PT):	45
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):	46
Capacidad de retención de humedad (CRA):	46
Porcentaje de materia orgánica (%MO):	46

Contenido de nitrógeno (%N):	47
Contenido de fosforo (P):	47
EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN	48
Porcentaje de germinación de las semillas:	48
Porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe al final de la cosecha.....	49
Porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe	51
CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS	53
Promedio de altura (cm) de las plantas de Pino Caribe	53
Diámetro (mm) del tallo de las plantas de Pino Caribe.	54
Número promedio de acículas de hojas de pino Caribe a los 120 días.....	55
Longitud de las raíces en (cm) para las plantas de pino Caribe.....	56
Diámetro promedio (mm) de la raíz principal de las plantas de pino Caribe. ...	58
Volumen de la radícula (ml) de las plantas de Pino Caribe.....	59
BIOMASA AEREA FRESCA DE HOJAS, TALLOS, VASTAGO, RAICES Y PLANTULAS EN CONDICIONES DE VIVERO.	60
Biomasa fresca promedio (g) de las acículas de Pino Caribe.....	60
Biomasa fresca promedio (g) del tallo de plantas de Pino Caribe.....	62
Biomasa fresca promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe.....	63
Biomasa fresca promedio (g) de la raíces de las plantas de pino Caribe.....	64
Biomasa fresca promedio (g) de las plántulas de pino Caribe.....	65
BIOMASA AEREA SECA DE ACICULAS, TALLOS, VASTAGO, RAICES Y PLANTULAS DE PINO CARIBE EN CONDICIONES DE VIVERO.	66
Biomasa seca promedio (g) de las acículas de pino Caribe.....	66
Biomasa seca promedio (g) de tallo de plantas de Pino Caribe.....	67
Biomasa seca promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe.	68
Biomasa seca promedio (g) de las raíces de las plantas de pino Caribe.....	69
Biomasa seca promedio (g) de las plantas de pino Caribe.	70
Índice de calidad de desarrollo (IQD)	71
CARACTERES FISIOLÓGICOS	72
Concentración de clorofila.....	72
Concentración de clorofila µg/ml (a) presente en el tejido foliar de plantas de pino Caribe.....	72
Concentración de clorofila µg/ml (b) presente en el tejido foliar de plantas de pino Caribe.....	73
Porcentaje de lavado de electrolitos en plantas de pino Caribe.....	75
PROPIEDADES AGRONOMICAS DE LOS SUSTRATOS	76
Porcentaje de calidad adobe en plantas de Pino Caribe.....	76
Porcentaje trasplantable de plantas de Pino Caribe.	77
Porcentaje de rendimiento de plantas de Pino Caribe	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFIA	84

APENDICES.....89
HOJAS METADATOS..... 103



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos, tipos de sustratos y dosis de Nitrógeno utilizados en el ensayo.....	33
Cuadro 2. Diseño estadístico en bloques al azar con arreglo factorial aplicada en el ensayo.	35
Cuadro 3. Resultados de las características físicas y químicas de los sustratos preparados en Laboratorio de Suelos de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas.....	43
Cuadro 4. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de germinación de semillas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) a los 15 días después de la siembra en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	49
Cuadro 5. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) al final de la cosecha en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas	50
Cuadro 6. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) al final de la cosecha bajo diferentes dosis de nitrógeno en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	51
Cuadro 7. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	52
Cuadro 8. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	52
Cuadro 9. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la altura de las plantas (cm) de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.....	53
Cuadro 10. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el diámetro del tallo (mm) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	55
Cuadro 11. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el número promedio de acículas a los 120 días en plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.....	56
Cuadro 12. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la longitud de la raíz (cm) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	57

Cuadro 13. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el diámetro de la raíz (cm) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	58
Cuadro 14. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el volumen de la raíz (ml) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	60
Cuadro 15. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la biomasa fresca de acículas (g) de plántulas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	61
Cuadro 16. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de tallo (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	62
Cuadro 17. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de vástago (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	63
Cuadro 18. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la biomasa fresca de la raíz (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	64
Cuadro 19. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de plantas (g) de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	65
Cuadro 20. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca de acículas (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	66
Cuadro 21. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca del tallo (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	67
Cuadro 22. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca del vástago (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	68
Cuadro 23. Efecto de los sustratos sobre la biomasa seca de raíz (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	69
Cuadro 24. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca (g) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var.	

	<i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	70
Cuadro 25.	Efecto de los sustratos sobre el índice de calidad de desarrollo de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	71
Cuadro 26.	Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de clorofila (a) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	73
Cuadro 27.	Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de clorofila (b) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	74
Cuadro 28.	Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de clorofila (b) de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	75
Cuadro 29.	Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de lavado de electrolitos de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	76
Cuadro 30.	Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de calidad del adobe de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	77
Cuadro 31.	Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de calidad del adobe de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	77
Cuadro 32.	Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de plantas trasplantables de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	78
Cuadro 33.	Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	79
Cuadro 34.	Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva de desorción o liberación de agua..... 17





UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
MATURÍN MONAGAS VENEZUELA

**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOSIS DE NITRÓGENO
SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINO CARIBE (*Pinus
caribaea* var. *hondurensis*), EN CONDICIONES DE VÍVERO EN EL
MUNICIPIO MATURÍN, ESTADO MONAGAS**

Autora: Ana Belén Hernández

RESUMEN

Entre los meses de Febrero y Junio de 2016, se realizó la siguiente investigación, en condiciones de vivero, en la parroquia San Simón, Municipio Maturín, Estado Monagas. Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y tipos de sustratos sobre la germinación de semillas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*), y del comportamiento de las plántulas a nivel de vivero. Se emplearon como sustratos: aserrín de pino, corteza de pino, pulpa de café, pergamino de café, hojas de acacias y estiércol de bovino; los cuales previamente fueron sometidos a análisis físicos, químicos y agronómicos. A cada sustrato se le determinó: pH, CE, P, %MO, %N, CIC, así como porosidad de aireación, porosidad total, retención de agua, densidad aparente, contenido de clorofila (a) y (b), lavado de electrolitos, calidad del adobe. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de suelos del Campus Los Guaritos de la Universidad De Oriente, Núcleo Monagas. Bajo las condiciones señaladas se estudiaron los efectos combinados de estos 6 sustratos con 3 dosis de nitrógeno (0, 1, 2 kg/m³) sobre el número de días a partir que emergen las plántulas (% de germinación), el crecimiento de las plántulas, la biomasa aérea fresca y seca de los órganos vegetativos de las plantas. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial de (18) tratamientos con cuatros (04) repeticiones para un total de 72 unidades experimentales. Las evaluaciones realizadas reflejaron que los mejores comportamientos en cuanto a la germinación, crecimiento de plántulas y caracteres fisiológicos se obtuvieron con los sustratos corteza de pino, aserrín de pino y pulpa de café. Mientras que para las propiedades físicas y químicas los mejores comportamientos se obtuvieron con los sustratos estiércol de bovino, corteza de pino, pergamino de café y hojas de acacias. El mejor efecto combinado de los 6 sustratos y las 3 dosis de nitrógeno se obtuvo con la corteza de pino, demostrando así su gran potencial en la producción de plántulas de Pino Caribe var. *Hondurensis* bajo condiciones de vivero.

Palabras claves: Pino Caribe, tipos de sustratos, dosis de Nitrogeno



EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES AND NITROGEN DOSES ON THE PRODUCTION OF CARIBBEAN PINE PLANT (*Pinus caribaea* var. *Hondurensis*), IN VIRUS CONDITIONS IN THE MUNICIPALITY MATURÍN, ESTATE MONAGAS

ABSTRACT

Between February and June 2016, the following investigation was conducted under nursery conditions in the parish San Simon, municipality Maturin, Monagas State. In order to evaluate the effect of different doses of nitrogen and substrate types on seed germination Caribbean pine (*Pinus caribaea* var. *Hondurensis*), and behavior seedling nursery level. They were used as substrates: pine sawdust, pine bark, coffee pulp, coffee parchment leaves of acacias and bovine manure; Which were previously subjected to physical, chemical and agronomic analysis. Each substrate was analyzed for pH, CE, P, % MO, % N, CIC and aeration porosity, total porosity, water retention, bulk density, chlorophyll content (a) and (b) washing Electrolytes, adobe quality. These analyzes were carried out in the soil laboratory of the Los Guaritos Campus of the Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Under the conditions described, the combined effects of these 6 substrates with 3 doses of nitrogen (0, 1, 2 kg / m³) on the number of days after emergence of the seedlings (% of germination), seedling growth, The fresh and dry aerial biomass of the vegetative organs of the plants. The design used was the randomized blocks with factorial arrangement of (18) treatments whith four (04) replicates for a total of (72) experimental units. The evaluations performed showed that the best behaviors in terms of germination, seedling growth and physiological characters were obtained with the substrates bark of pine, sawdust of pine and coffee pulp. While for the physical and chemical properties of the best performances they were obtained with bovine manure substrates, pine bark, parchment coffee and leaves of acacias. The best combined effect of the 6 substrates and the 3 doses of nitrogen was obtained with the pine bark, demonstrating its great potential in the production of Pino Caribe var. *Hondurensis* under nursery conditions.

Key words: Caribbean pine, types of substrates, dose of N

INTRODUCCIÓN

La evaluación del efecto de diferentes dosis de nitrógeno y tipos de sustratos sobre la germinación de semillas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis), y del comportamiento de las plántulas a nivel de umbráculo en el Municipio Maturín responde a la necesidad manifestada expresamente por los representantes de la empresa Maderas del Orinoco para aumentar el número de sustratos utilizados en los patios de germinación de dicha empresa que se encuentran al Sur del estado Monagas.

Tradicionalmente y, por cuestiones de comodidad y abundancia, se han utilizado la corteza y el aserrín de Pino como sustratos en los patios de germinación, dado que son subproductos de la industria maderera. Los resultados obtenidos a la fecha han sido poco consistentes, por lo que, se ha recurrido al tratamiento de estos materiales con enmiendas como la cachaza, para corregir la acidez de éstos sustratos y suministrar micronutrientes, así como a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno que permitan cubrir las deficiencias de este nutrimento.

Las dosis de cachaza han alcanzado hasta 20 % de la cantidad de sustratos, en tanto que las dosis de nitrógeno han variado desde 1 hasta 16 kg de N/m³ de material. Los resultados en el primero de los casos, han sido muy buenos comparativamente con las aplicaciones de cal agrícola, aunque provoca un considerable incremento de los costos de producción ya que el producto debe ser traído de los centrales azucareros ubicados al occidente del país. En el caso del nitrógeno, las evaluaciones se han centrado en su efecto sobre la transformación del material en un sustrato más adecuado bajo el efecto del compostaje acelerado con N, y en su uso frecuente en vivero en aplicaciones como fertilizante foliar bajo la forma de urea al 2 %.

En virtud de lo anterior, la presente investigación pretende aportar soluciones a la problemática planteada evaluando otros sustratos de fácil consecución y gran abundancia como lo son las hojas de acacias, la pulpa de café, el pergamino de café, y el estiércol de bovino, así como también evaluar la aplicación de nitrógeno a los sustratos en dosis reguladas y fraccionadas. Los resultados obtenidos permitirán a la Universidad de Oriente ofrecer alternativas de manejo de vivero eficientes a una empresa como Maderas del Orinoco que tradicionalmente ha colaborado en la capacitación agroforestal de los egresados del núcleo Monagas.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres dosis de nitrógeno y seis tipos de sustratos sobre la germinación de semillas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis), y del comportamiento de las plántulas a nivel de vivero en el Municipio Maturín, Estado Monagas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el efecto de seis sustratos: aserrín y corteza de pino, estiércol bovino, hojas de acacia, y pergamino y pulpa de café, sobre la germinación y otros parámetros vegetativos de plántulas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis).
2. Evaluar la influencia de tres dosis de nitrógeno: 0, 1 y 2 kg/m³ de sustrato, sobre el desarrollo vegetativo de plántulas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis).
3. Estimar el efecto de combinado de seis sustratos y tres dosis de nitrógeno sobre la producción de plántulas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis).

REVISIÓN DE LITERATURA

CULTIVO DE PINO

Origen y dispersión

El pino Caribe (*Pinus caribaea var. hondurensis*) es la especie de pino caribeño de más amplia distribución geográfica, encontrándose de forma natural en Centroamérica desde Belice, Este de Guatemala, Honduras y Noreste de Nicaragua. En Nicaragua se extiende desde las extensas sabanas de la frontera hondureña hasta su límite sur en las cercanías del océano Atlántico. Se encuentra además en regiones más secas al interior del país. El *Pinus caribaea var. hondurensis* ha sido introducido en Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Guayana, Trinidad y Tobago y SudÁfrica. (Rivas, 2004).

Dentro de Venezuela se ubica específicamente al sur de los estados Monagas y Anzoátegui (lat. 9° 10' N y long. 62° 30' W), sobre la llamada “Mesa de Guanipa”, una extensa planicie aluvial del terciario levantada tectónicamente y disectada por los ríos que la atraviesan. Su cercanía a la costa atlántica facilitó la acción eólica durante el pleistoceno, resultando una llanura de gran complejidad geomorfológica, cubierta en su mayor parte por un estrato superficial de arenas. Su altitud varía de 50 a 100 metros sobre el nivel del mar (Zinck, 1970).

Pinus caribaea ha sido el más utilizado en el desarrollo de proyectos de producción forestal y forma parte de aproximadamente el 80 % de las plantaciones a nivel mundial. Durante los años 60 del siglo XX se inició en Venezuela un ambicioso y excelente proyecto para desarrollar una plantación de coníferas, especialmente de pinos caribes en un ecosistema de tierras planas y arenosas del sur de los estados

Monagas y Anzoátegui, donde sólo existía una vegetación de sabanas muy pobres, con pasto corto y ralo. Por motivos más edáficos que climáticos este proyecto fue diseñado y realizado por la CVG (Corporación Venezolana de Guayana) cuando estaba dirigida por Rafael Alfonzo Ravard. (Barret, 1962).

Taxonomía

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Pinophyta

CLASE: Pinopsida

ORDEN: Pinales

FAMILIA: Pinaceae

GÉNERO: Pinus.

ESPECIE: *Pinus caribaea*.

Morfología

Según Barret, (1962), la morfología del pino (*Pinus caribaea*), esta descrita de la siguiente manera:

- **Árbol:** árbol perennifolio, de 20 a 45 m, de altura con un diámetro a la altura del pecho de 50 a 80 cm y hasta 1.35 m
- **Copa/hoja:** copa de redonda a piramidal. Hojas en fascículas, de 3 a 4 raramente de 2 ó 5, gruesas, rígidas, erectas, verde amarillentas, de 15 a 25 cm.
- **Tronco/ramas:** tronco recto y bien formado. Ramas bajas largas, horizontales y caídas, ramas superiores ascendentes. No ramificada demasiado.
- **Corteza:** externa gruesa, café rojiza con placas ásperas y con fisuras profundas verticales y horizontales.

- **Flores;** flores masculinas en amentos cilíndricos de 25 a 45 mm de largo.
- **Cono:** de color rojo pardusco o café, de forma cilíndrica a cónico ovoide, ocasionalmente oblicuo, de 5 a 12 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho, crece solos o en grupos, conteniendo de 30 a 60 semillas por conos.
- **Semilla:** semilla color café, pequeña de 5 a 6 mm, el ala de 20 mm, articulada y cubre parcialmente la semilla.
- **Raíz:** sistema radicular amplio y profundo.
- **Sexualidad:** monoica.

Producción de Semillas

Las semillas del pino caribeño son de color pardo, de 5 a 6 mm de largo. El peso de las semillas varía un poco dependiendo de la variedad y la fuente. Se han reportado conteos de 52.000 a 81.000 semillas por kilogramo. La producción de semillas viables en el pino caribeño está relacionada a los períodos secos, lo que favorece la buena dispersión del polen. (Lantz, 1983).

Requerimientos Edafoclimáticos

- a) Precipitación: requiere de 1000 mm por año de precipitación.
- b) Suelos: Esta especie crece óptimamente en suelos con buen drenaje interno y con profundidades de un metro o más. No aparece naturalmente en suelos básicos y tampoco tolera suelos pocos profundos y con mal drenaje.
- c) pH: Los árboles de esta especie crecen en suelos de ligeramente o moderadamente alcalinos (pH de 7.5 a 8.5). (Acosta, 1985).

Fertilización

Wolffsohn, citado por Rojas y Ortiz (2000), menciona que “al momento de la plantación se debe hacer una primera fertilización, aplicando de 50 a 75 g de fertilizante 12-24-12 ó 10-30-10 de NPK al fondo del hoyo, cuidando de que las raíces no entren en contacto directo con el fertilizante”.

La aplicación de fertilizante en rodales naturales mejora notablemente el crecimiento del rodal. La aplicación de superfosfato triple, en dosis de 30 a 100g/árbol, durante el año de establecimiento y 100kg/ha al voleo durante el quinto año, pueden producir árboles aptos para la pulpa a los 12 años.

Esta especie puede crecer en suelos con bajos contenidos de nitrógeno; la adición de abonos nitrogenados raramente produce una respuesta de los árboles, sin embargo la especie reacciona muy bien a la adición del potasio y aunque puede crecer en suelos con deficiencia de fósforo, tiene una extraordinaria reacción a la fertilización con abono fosforado

Según Casanova (1991), en suelos ácidos, con baja capacidad de adsorción de fósforo, la aplicación de la roca fosfórica, frecuentemente ha resultado más efectivo que las fuentes de alta solubilidad en agua (como el superfosfato simple y el triple superfosfato), en plantaciones de pino Caribe (Proctor, 1967).

También se considera la fertilización con bórax, puesto que se han observado síntomas que pueden ser asociados a las deficiencias de ese micronutriente en las plantaciones de pino, tales como líderes múltiples, tallos torcidos, escobas de bruja y vástagos sin acículas (Proctor, 1967)

Riego

Es recomendable dos riegos diarios de 15 a 20 minutos sobre los primeros dos meses del cultivo y luego disminuir la frecuencia progresivamente, un riego por día de 30 a 40 minutos, y un riego cada dos días de 60 minutos de duración, esto es en la medida que la profundidad de las plantas vaya aumentando (Acosta, 1985).

Es conveniente disminuir el riego durante 2 a 3 semanas antes de sacar las plantas del vivero. Así mismo, previo a las salidas de las plantas es muy importante regarlas bien para evitar que sufran stress y garantizar un buen establecimiento en el sitio (Rivas, 2004).

Trasplante

Es fácil de trasplantar a raíz desnuda preferiblemente en los meses de Diciembre a Enero, antes de que aparezcan renuevos. Es esencial asegurar la inoculación con las micorrizas específicas. La fertilización forestal requiere de fertilizantes de lenta solubilidad. La deficiencia de Boro en las plantaciones de pino está relacionada con deformaciones durante el crecimiento del árbol, tales como líderes múltiples, tallos torcidos, escobas de bruja o colas de zorro.

La poda de raíz y el endurecimiento de las plantas son actividades que aseguran un alto porcentaje en el establecimiento. Se pueden sembrar grupos de 5 semillas en una distribución de 3m x 3m ó 3m x 4 m, si se desea producir madera para aserrar, o de 2.5 m x 2.5 m en la producción de árboles para pulpa (Barrett, 1962).

Tolerancias

- a. Demandante de luz.
- b. Firme al viento.
- c. Resistente a sequía.
- d. Resiste los fuegos aún superficiales si no son muy severos cuando son muy jóvenes.

Además tolerante a:

- Suelos someros.
- Suelos con pH menor de 5,5.
- Inundaciones periódicas o temporales.
- Suelos arcillosos.
- Suelos con mal drenaje
- Suelos compactados.
- Suelos arenosos.
- Exposición constante al viento (Barrett, 1962).

ASPECTO DE PRODUCCION DE PLÁNTULAS

Vivero

La preparación del sustrato para viveros en pinos debe incluir tierra micorrizada. Para incorporarla en el sustrato se deberá recolectar tierra micorrizada en las áreas de pinares y mezclarse en la población de una carretilla para 10 carretillas de sustratos. Para la producción de plantas en vivero es necesario garantizar que la semilla sea de alta calidad genética. La propagación se realiza por el método de

siembra directa mediante la utilización de tubetes con forma cónica con orificios en el extremo apical, con un diámetro aproximado 5 cm, y una altura de 20 cm. Las actividades de mantenimiento (riego, poda de raíz, control de malezas y selección de plantas) son necesarias para asegurar un alto establecimiento hasta que las plantas alcancen una altura de 20 a 30 cm, para lo cual se requiere de 5 a 6 semanas (Rivas, 2004).

Plantación de pino

Para el establecimiento de la plantación debe realizarse una buena selección de plantas en el vivero. Es necesario realizar una adecuada preparación del área a plantar con el propósito de controlar la maleza y que ésta no retrase el crecimiento inicial de las plantas. Una vez efectuada la limpieza del terreno no se deben quemar los rastrojos ya que estos ayudan al aumento del contenido en materia orgánica y favorecen el reciclaje de nutrientes en el suelo (Rivas, 2004).

Una vez limpio el terreno se procede a marcarlo y ahoyarlo. Si éste es plano se hará en forma de cuadro y si es con pendiente en “tres bolillo”. Los hoyos deben tener una profundidad de 20-30 cm. Los espaciamientos de siembra más usados son de 2.5 m x 2.5 m y 3 m x 3 m; el patrón de crecimiento para cada árbol será determinada por el producto final, para los cual se hacen raleos intermedios. Cuando se usa una densidad de alta plantación de producción por hectárea se maximiza la producción de pulpa pero el crecimiento del árbol se reduce. Por otro lado, cuando la densidad de plantación es menor, se obtiene arboles de mayores dimensiones y una mejor calidad para madera (Rivas, 2004).

Manejo

Es indispensable el control de malezas 2 ó 3 veces durante los dos primeros años, así como proteger la plantación del pastoreo, del fuego y del ataque de plagas. A partir de segundo y tercer año de establecida la plantación es importante realizar podas de formación, en las cuales se deberían eliminar las ramas bajas, las bifurcaciones, etc. (Rivas, 2004).

Podas

Esta especie no presenta una adecuada capacidad de auto poda, por lo que la poda artificial es un requisito indispensable de manejo, cuando el objetivo de la plantación es la producción de madera de alta calidad. En las zonas secas la especie requiere de podas para reducir el peligro de incendios, para mejorar la calidad de las trozas para aserrar o desarrollar, para facilitar el acceso al rodal, y reducir el tamaño de los nudos en la madera, todo lo cual aumenta definitivamente el valor del producto (Rojas y Ortiz, 2000).

Tipos de podas

Existen dos tipos de podas, de acuerdo con la clase de rama eliminada. Cuando se eliminan ramas vivas se denomina poda verde. Cuando se eliminan ramas muertas se denominan poda seca. Esta última es muy practicada en Europa y tiene un carácter más bien conservador. Los forestales europeos, en su mayor parte, atribuyen a la poda de ramas verdes efectos negativos sobre el crecimiento de árboles podados. Lo cierto del caso es que, si extraen demasiadas ramas vivas al mismo tiempo, se disminuye ostensiblemente la superficie de copa, y por ende se reduce la actividad fotosintética, lo cual puede ocasionar un retraso del crecimiento en diámetro y altura. (Zinck, 1970).

SUSTRATOS

Definición:

Burés (1997) señala que sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada. Por su parte, Abad *et al.* (2005), señalan que sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal.

Funciones de los sustratos

Hay cuatro funciones que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas:

- a) Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- b) Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- c) Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.
- d) Servir como depósito para los nutrientes de la planta.

Algunos materiales individuales pueden ofrecer todas las cuatro funciones pero no en el grado requerido. Por lo que se deben realizar ajustes que compensen estos requerimientos, lo cual se logra mediante mezclas.

Es importante entender que las características de porosidad y drenaje no son fijas sino que cambian con el tiempo, con el crecimiento de las raíces, la

descomposición de la materia orgánica, la compactación, el contenido de humedad, y la técnica de llenado (Alvarado y Solano, 2002).

Tipos de sustratos utilizados en la siembra de pino Caribe.

Sustratos orgánicos, que al mismo tiempo se pueden subdividir en:

- De origen natural, entre los que se encuentran las turbas.
- Subproductos de la actividad agrícola: la fibra de coco, virutas de madera, paja de cereales, residuos de la industria del corcho, etc.
- Productos de síntesis, entre los que encontramos: polímeros no biodegradables, como la espuma de poliuretano y el poliestireno expandido.

Sustratos inorgánicos, que podemos subdividir en:

- De origen natural, que no requieren de un proceso de manufacturación, entre los que encontramos: la arena, las gravas y las tierras de origen volcánico.
- Aquellos que pasan por un proceso de manufacturación, como son: la lana de roca, la fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, ladrillo troceado, entre otros.

La elección de un determinado material va a depender por orden de prioridad de la disponibilidad del mismo, de las condiciones climáticas, de la finalidad de la producción y especie cultivada, de sus propiedades, del coste, de la experiencia de manejo, homogeneidad, de la dedicación al sistema y de las posibilidades de instalación (Baixauli y Aguilar, 2002).

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS

Las propiedades físicas son aquellas que se perciben con los sentidos, como por ejemplo el color, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, la porosidad.

Las propiedades físicas como la textura en muchos de los casos son propias de los sustratos y no pueden ser modificadas, mientras que las propiedades químicas son cambiantes, por este motivo en muchos de los casos los sustratos tienden a ser seleccionados mayormente por las propiedades físicas, ya que el componente químico se le puede suministrar fácilmente mediante la adición de algún tipo de fertilización o solución nutritiva (Bixauli y Aguilar, 2002).

A un buen sustrato le vamos a pedir un comportamiento similar al de una esponja, es decir, una elevada porosidad, gran capacidad de retención de agua fácilmente disponible, drenaje rápido, buena aireación, distribución del tamaño de partículas, baja densidad aparente y estabilidad (Baixauli y Aguilar, 2002).

Las principales características físicas que se evalúan en un sustrato son: la densidad real y aparente, la distribución granulométrica, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución y tamaño de poros, y estabilidad estructural. Desde el punto de vista químico, las propiedades más importantes son: capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de nutrientes y relación carbono/nitrógeno (Pire *et al*, 2003).

Dentro de las propiedades físicas que se deben estudiar en los sustratos se encuentra:

Porosidad total

Representa el volumen total del sustrato de cultivo no ocupado por partículas orgánicas o minerales. El total de poros se mide en microporos, que son los encargados de retener el agua, y los macroporos que permiten la correcta aireación y drenaje del sustrato.

La porosidad puede ser: intraparticular (poros en el interior de las partículas), que podrá estar conectada al exterior o cerradas, esta última no será efectiva y se le conoce como porosidad ocluida, o interparticular, que son los poros existentes entre las diferentes partículas.

El valor óptimo de porosidad no debería ser inferior al 80- 85%, razón por la cual podemos cultivar con volúmenes reducidos de sustrato, dejando un gran volumen disponible al aire y a la solución nutritiva. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Capacidad de aireación

Representa la proporción de volumen de sustrato de cultivo que contiene aire después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar (tensión de 10 cm de columna de agua).

El valor óptimo se sitúa entre el 20-30%, siendo dicho valor el encargado de suministrar aire y por lo tanto, oxígeno a las raíces de la planta. Un mismo volumen de sustrato retendrá más agua cuanto menor sea la altura del contenedor, debiendo adecuar la altura al tipo de sustrato empleado. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Agua fácilmente disponible

Representa la diferencia entre la cantidad de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a tensión de 10 cm de columna de agua y la cantidad de agua presente en dicho sustrato tras una succión de 50 cm de columna de agua.

Se conoce también como la succión efectuada por la planta en su alimentación sin necesidad de realizar un gran esfuerzo. El valor óptimo es 20-30%. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Agua de reserva

Representa la cantidad de agua (% de volumen) que libera un sustrato al pasar de 50 a 100 cm de columna de agua de desorción. El valor óptimo es del 4-10%. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Agua totalmente disponible

Representa la suma del agua fácilmente disponible más el agua de reserva. Nivel óptimo se encuentra entre el 24 y el 40% del volumen (Baixauli y Aguilar, 2002).

Agua difícilmente disponible

Representa el agua retenida por el sustrato tras ser sometido a una tensión superior a 100 cm de columna de agua. Muchas veces se produce una incapacidad por parte de la planta de extraer el agua del sustrato, pudiendo llegar a mostrar síntomas de marchitez.

La disponibilidad de agua de un sustrato y su relación con las plantas queda perfectamente explicada en la curva de desorción o liberación de agua. (Figura 1). (Baixauli y Aguilar, 2002).

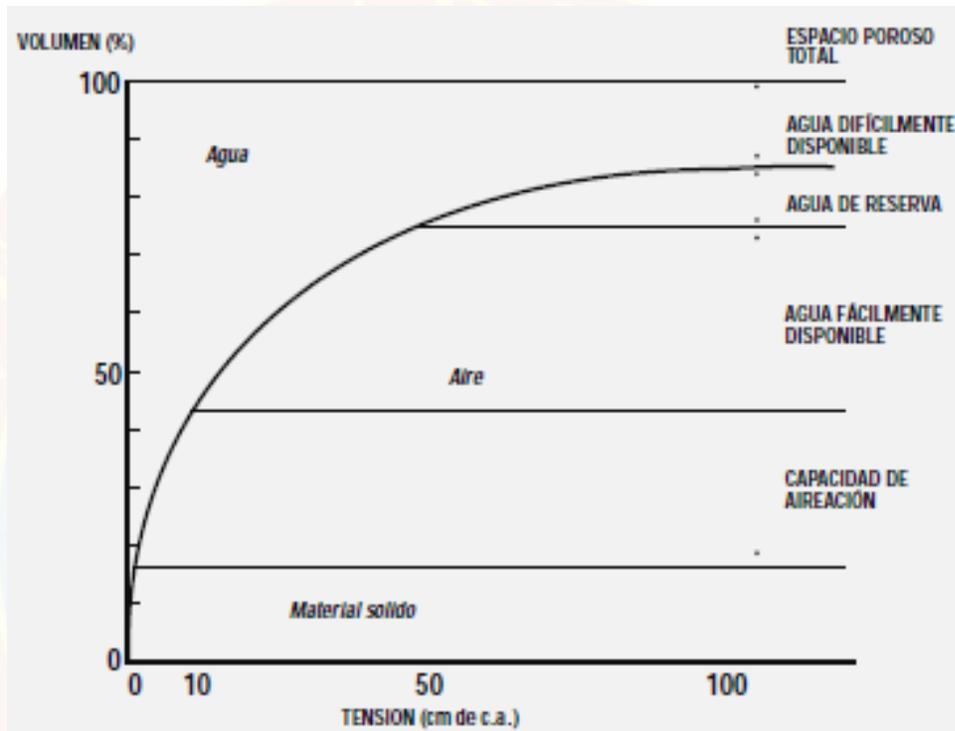


Figura 1. Curva de desorción o liberación de agua.

Distribución del tamaño de las partículas

La porosidad aumenta en la medida que lo hace el tamaño medio de las partículas. Las partículas pequeñas hacen disminuir la porosidad y aumentar la cantidad de agua retenida.

En un sustrato, es importante la distribución del tamaño de sus partículas. El material más adecuado es el de textura media a gruesa, con distribución de tamaño de

los poros entre 30 y 300 micras, que retiene suficiente agua fácilmente disponible y posee un adecuado contenido de aire. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Estructura estable

Representa aquella estructura que permita una buena durabilidad del material y una manipulación adecuada.

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Densidad aparente

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura. Los sustratos con valores bajos de densidad aparente son fáciles de manipular. (Baixauli y Aguilar, 2002).

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUSTRATOS

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

a) **Químicas:** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones H^+ y OH^- y ciertos iones metálicos como el Co^{+2} .
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

b) **Físico-químicas:** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c) **Bioquímicas:** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO_2 y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

Normalmente se prefieren los sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida.

La inactividad química es algo deseado en un sustrato, también lo es el que no se disuelva y por lo tanto, que sean estables químicamente, que presenten una baja o nula salinidad, pH neutro o ligeramente ácido y una adecuada relación C/N.(Baixauli y Aguilar, 2002).

Entre las características químicas importantes de los sustratos se encuentran el contenido de macro y micronutrientes, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. Un equilibrio de estos tres factores permite tener un sustrato adecuado para el crecimiento del cultivo (Burés, 1997).

Dentro de las propiedades químicas que se deben estudiar en los sustratos tenemos:

Capacidad de intercambio catiónico. C.I.C

Se define como la capacidad de retener cationes nutrientes e intercambiarlos con la solución acuosa. Se expresa como la suma de cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso del sustrato. Una CIC alta es propia de los sustratos orgánicos. Se expresa en miliequivalentes por unidad de peso o volumen, meq/100 g. o meq/100 cc .(Baixauli y Aguilar, 2002).

Disponibilidad de los nutrientes

La mayor parte de los sustratos inertes existentes poseen un contenido de nutrientes inicial casi nulo. Cuando hemos elegido un sustrato orgánico como medio para desarrollar nuestro cultivo sin suelo, será conveniente realizar un análisis del extracto de saturación, para ajustar la solución nutritiva, al menos durante las primeras semanas de cultivo. Como ejemplo tenemos la fibra de coco que inicialmente puede ser rica en potasio (Baixauli y Aguilar, 2002).

Salinidad

Hace referencia a la concentración de sales existente en el sustrato cuando es suministrado. En aquellos que son inertes la salinidad es prácticamente nula, en sustratos orgánicos puede tener valores elevados. La podremos determinar a través de una analítica del extracto saturado, para aprovechar dichas sales, si son apropiadas, o proceder al lavado del sustrato empleando agua de riego.

pH

El desarrollo de las plantas se ve reducido en condiciones de acidez o alcalinidad marcada. El pH influye en la asimilabilidad de los nutrientes por la planta. Con un pH inferior a 5 pueden presentarse deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y con valores superiores a 6,5 se disminuye la asimilabilidad de hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), y cobre (Cu) (Acosta, 1985).

Los materiales orgánicos presentan mayor capacidad tampón que los inorgánicos y por lo tanto, mayor capacidad para mantener constante el pH. En

general, cuando un sustrato se encuentra fuera de los rangos de pH aconsejados, lo debemos corregir a valores adecuados.

Relación Carbono:Nitrógeno

Es importante el contenido de nitrógeno (N) en relación con carbón (C) en el medio de enraizamiento. La materia orgánica se descompone principalmente por la acción de microbios. El carbono es el mayor componente de la materia orgánica (50% o más), el cual es utilizado por los microbios.

El nitrógeno en la materia orgánica debe estar disponible para los microbios, en cantidad de al menos 1 kg por cada 30 kg de carbono, de otra manera la descomposición se reduce. Cada vez que esta relación de 30 C:1 N es excedida, el N presente en el medio, o el añadido en el fertilizante, será utilizado por los microbios antes que por las raíces del cultivo; y en consecuencia el cultivo presenta deficiencia de N. Esta situación puede compensarse aumentando la aplicación de N. Una relación C:N inferior a 20 es considerado óptima para el cultivo en sustrato, y se recomienda un valor de 10 a 12. (Alvarado y Solano, 2002).

En cuanto a los sustratos, se sabe que la relación C:N del aserrín es cercana a 1 000:1. Se ha dicho que, además de la pequeña cantidad de N presente en el aserrín, la adición de 12 kg de N, por tonelada de aserrín, favorece la descomposición por los microbios. No es solo la relación C:N lo que determina lo adecuado de un componente orgánico para un medio de enraizado, también la tasa de descomposición.

Mientras la corteza de pino tiene un índice C:N amplio de 300:1, su tasa de descomposición es baja y gradual, requiriendo unos tres años para descomponerse. La extracción de 3,5 kg de N por toneladas de corteza en tres años presenta una cantidad

insignificante para cada fertilización. La corteza entonces es un buen componente para un medio de cultivo a pesar de su alto índice C:N.

El aserrín, sin embargo, descompone en pocos meses y tiene un índice C:N más amplio de 1.000:1. La cantidad de N en este caso es mayor. La tasa de descomposición varía con la especie de madera.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SUSTRATOS

Las características biológicas de los sustratos han sido muy poco estudiadas hasta el momento. Sin embargo, Montero, (2003) menciona que los sustratos deben poseer, además de buenas características físicas y químicas, características biológicas como la presencia de microorganismos (micorrizas, rizobium y acetobacter) que ayuden a los procesos de descomposición de compuestos orgánicos.

Dentro de las propiedades biológicas que se deben estudiar en los sustratos tenemos:

Estabilidad de la materia orgánica: Debe existir una buena estructura cuando es sembrada la semilla o las plantas son puestas en envases. Es importante que la descomposición de la materia orgánica, en el medio utilizado en los envases, sea mínima. La descomposición de los agregados orgánicos puede llevar a una textura más fina y a una aireación pobre.

Dentro del recipiente, el volumen del medio disponible es pequeño para el crecimiento de las raíces, cualquier reducción significativa es detrimental durante el desarrollo de las plantas. En un medio para cultivo en envases, no son deseables materiales que se descomponen rápidamente. (Alvarado y Solano, 2002).

En aquellos casos en los que opte por la elección de sustrato orgánico y se pretenda una larga duración de cultivo, deberemos elegir y tomar las medidas oportunas para evitar una rápida degradación. (Baixauli y Aguilar, 2002).

Estar libre de semillas de malas hierbas y de patógenos: sobre todo en los sustratos naturales y de origen orgánico. Estos sustratos han de estar también exentos de sustancias tóxicas.

CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO IDEAL.

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

a) Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción o hinchazón del medio.

b) Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

c) Otras propiedades:

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS EN LA GERMINACION DEL PINO CARIBE.**Corteza de pino Caribe**

La corteza de pino es la capa más externa del tallo del pino Caribe. Representa cerca del 10-15 % del peso total del árbol. Entre sus características se tiene:

- Proporciona el drenaje y la aireación a largo plazo que necesitan las raíces de las plantas.

- Presenta un elevado nivel de porosidad total, un alto nivel de capacidad de aireación y un bajo nivel de agua fácilmente disponible.
- Incrementa la densidad aparente del medio de cultivo.
- Las partículas de corteza tienen una porosidad interna de 43%, la cual proporciona agua para el crecimiento de la planta.
- La corteza compostada tiene una CIC mucho mayor que la corteza sin compostar, y también se ha demostrado que suprime la actividad de hongos.
- Presenta baja capacidad amortiguadora, contenido de sales variable, pH ácido, a lo que se agrega que liberan pocos nutrientes y su capacidad de intercambio catiónico o aporte de nutrientes aumenta en la medida en que se descomponen. Si la corteza no está lo suficientemente envejecida o compostada, puede inmovilizar el nitrógeno que necesitan las plantas, lo que ocasiona una deficiencia de nitrógeno y la presencia de toxinas orgánicas o inorgánicas.
- Una de las mayores desventajas de la corteza es su variabilidad. Se han reportado problemas en los viveros para obtener un abastecimiento regular de corteza con calidad consistente (Burés, 1997).

Aserrín de pino Caribe

Se considera como el desperdicio del proceso de serrado de la madera. Entre sus características se encuentra:

- Proporciona el drenaje y la aireación a largo plazo que necesitan las raíces de las plantas. Todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato.
- Presenta un elevado nivel de porosidad total, un alto nivel de capacidad de aireación y un bajo nivel de agua fácilmente disponible.

- Tiene mayor difusión de oxígeno comparado con la turba. En adición a esto, como resultado de la compresión mecánica, las propiedades físicas del aserrín pueden cambiar considerablemente
- El pH del aserrín puede variar entre 4,8 a 6,8.
- En la mayoría de las mezclas, el efecto del aserrín sobre la acidez es ligero; ocasionalmente el pH del sustrato es elevado seguido a la descomposición. Después de la descomposición ocurre un aumento en la agregación e intercambio de cationes en sustratos enmendados con él.
- El tamaño de partícula del aserrín permite que sea fácil su mezcla con otros componentes.
- Es comparable con la turba en su efecto favorable sobre la densidad aparente, porosidad y aireación.
- Por su alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica.
- El contenido muy bajo de nitrógeno del aserrín excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica.
- La adición de nitrógeno de 1 a 2 % de N por peso de aserrín compensará la reducción de nitrógeno.
- Otra forma de resolver el problema de la reducción de nitrógeno es el compostado del aserrín antes de ser incorporado a una mezcla de sustrato.
- El aserrín debe comportarse porque en estado fresco su tasa de descomposición y demanda de nitrógeno es alta y puede contener sustancias tóxicas como resinas, taninos, o terpentina.
- Debido a su bajo contenido de nitrógeno, es conveniente añadir una fuente de nitrógeno durante el compostaje.
- Es importante asegurarse que el material no haya sido tratado con aditivos tóxicos, además el material debe ser desechado después de dos ciclos de cultivo, para evitar gastos de esterilización (Burés, 1997).

Hojas de Acacias

Son los órganos vegetativos o foliolos del arbusto de Acacia (*Acacia mangium*), que pertenece al grupo familiar de las leguminosas y a la subfamilia de las mimosáceas. El árbol suele vivir cerca de treinta años y tiene una altura promedio de unos doce metros. Por su alta densidad de raíces y por su capacidad para fijar y mejorar el terreno, la *Acacia mangium* suele plantarse en jardines, parques y diversos espacios públicos, así como en áreas degradadas que requieran ser recuperadas.

Estiércol de bovino

Representa el excremento de las vacas. En ocasiones el estiércol está constituido por más de un desecho orgánico (excrementos, orina y restos de las camas, como sucede con las pajas de cereales). Entre sus características se encuentra:

- Es fuente de materia orgánica incrementando así la disponibilidad de nutrientes en la planta.
- Acelera la actividad enzimática y como consecuencia la descomposición de materiales orgánicos, favoreciendo de esta manera, la continuidad de los ciclos biológicos del nitrógeno.
- Es una alternativa para reducir el uso de agroquímicos.
- La diferencia importante entre el estiércol y el fertilizante químico, es que el estiércol puede tener un efecto benéfico en las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo.
- Tiene baja concentración de nutrimentos inorgánicos y la tasa de mineralización del N puede alcanzar hasta 50% durante el año de aplicación.
- Es necesario compostar adecuadamente el estiércol. Se requiere al menos 6 meses para conseguir un resultado aceptable.

- El estiércol tras su compostaje se convierte en una materia muy rica en flora microbiana y humus.
- Para realizar el proceso de compostaje se necesita maquinaria para el volteo de los montones y conocimientos para realizar el proceso (Pino et al., 2008).

Pulpa de café

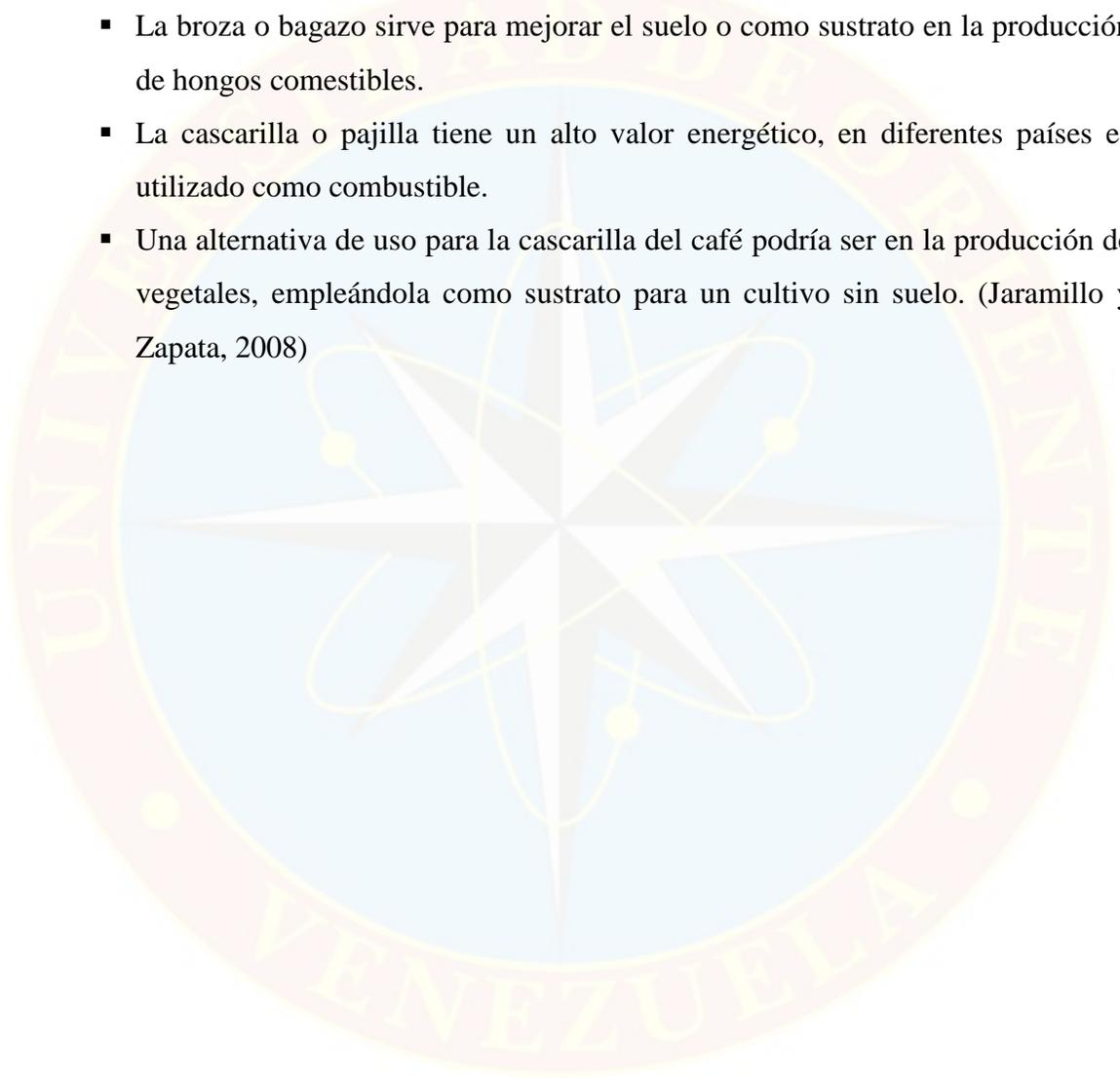
La pulpa de café es un material fibroso mucilaginoso y se genera durante el procesamiento del café por vía húmeda (beneficio húmedo) y constituye cerca del 40 % del peso fresco de la cereza de café. Dentro de sus características se encuentra:

- Es rica en potasio, contiene de 3.5 a 3.7 % de este elemento que sumado al aporte de otros iones como Na, Cl y SO₄ liberados por la roca y la materia orgánica en descomposición, elevan la concentración de sales en solución durante el compostaje.
- Tiene una elevada humedad (80- 82 %).
- Es una buena fuente de humus y carbono orgánico.
- La pulpa del café posee características idóneas para el proceso de compostaje, ya que contiene un alto contenido de azúcares (fuente energética), una buena relación carbono: nitrógeno (25–30:1) y un tamaño de partícula adecuado, por lo que el compostaje se ha difundido como una alternativa de manejo de este desecho. Suarez (1980).

Pergamino de café

Representa el endocarpio o cáscara del café que aun envuelve al grano pergamino. Este material se obtiene en el beneficio seco. Una vez libre el café de esta cascara se le denomina “oro”.

- La cáscara del café es prácticamente pura lignocelulosa y no tiene ningún valor como fertilizante.
- Se quema habitualmente en hornos toscos para secar el café en pergamino.
- Los principales subproductos que se obtienen del café son bagazo y cascarilla.
- La broza o bagazo sirve para mejorar el suelo o como sustrato en la producción de hongos comestibles.
- La cascarilla o pajilla tiene un alto valor energético, en diferentes países es utilizado como combustible.
- Una alternativa de uso para la cascarilla del café podría ser en la producción de vegetales, empleándola como sustrato para un cultivo sin suelo. (Jaramillo y Zapata, 2008)



MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN DEL ENSAYO.

La presente investigación se estableció en condiciones de vivero en la parroquia San Simón, municipio Maturín, estado Monagas, bajo las coordenadas geográficas 9°10' de latitud Norte y 62° 30' de longitud Oeste, a una elevación de 66 m.s.n.m., durante el periodo comprendido desde el 12 de Febrero de 2016 hasta el 12 de Junio de 2016. Los sustratos se prepararon en el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Campus Los Guaritos, Universidad de Oriente, Núcleo Monagas.

MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.

- Sustratos.
- Vasos plásticos N° 7 con un volumen de 208cm³.
- Fosforo (1kg).
- Etanol absoluto
- Agua destilada.
- Acido sulfurico.
- Hidroxido de sodio.
- Acido ascorbico.
- Bureta (50 cm³).
- Cilindro graduado (50 cm³).
- Tubos de ensayo.
- Matraz Erlenmeyer.
- Embudo.
- Balanza digital.

- Nevera.
- Espectrofotometro.
- Autoclave.
- Càmara de ebullición.

OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

1. **Aserrin y corteza de pino Caribe:** fueron donados por los aserraderos ubicados en la población de Chaguaramas al sur del estado Monagas.
2. **Estiércol de bovino:** fue donado por la finca “Siete Lunas” ubicada al pasar el río Morichal Largo y limitada por la via al sur del estado en su lado este, y por el río Yabo al oeste.
3. **Pulpa de café y pergamino de café:** fueron donados por la finca “La Esperanza” ubicada en la población de Caripe del Guacharo, municipio Caripe, estado Monagas.
4. **Hojas de Acacias:** fue recolectada en las adyacencias del estacionamiento de la Universidad de Oriente, Campus de los Guaritos, municipio Maturín, estado Monagas.

TRATAMIENTOS

Para el establecimiento del experimento se contó con seis (06) sustratos: aserrin de pino, corteza de pino, estiércol de bovino, pulpa de café, pergamino de café y hojas de Acacias. Asi como las diferentes dosis de nitrogenos correspondiente a cada uno de tratamiento. Con cada uno de estos sustratos se rellenaron 60 vasos plasticos # 7, con una capacidad de 208 cm³ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos, tipos de sustratos y dosis de Nitrógeno utilizados en el ensayo.

TRATAMIENTOS	TIPO DE SUSTRATO	DOSIS DE NITRÓGENO (N)
1	S1	D0
2	S1	D1
3	S1	D2
4	S2	D0
5	S2	D1
6	S2	D2
7	S3	D0
8	S3	D1
9	S3	D2
10	S4	D0
11	S4	D1
12	S4	D2
13	S5	D0
14	S5	D1
15	S5	D2
16	S6	D0
17	S6	D1
18	S6	D2
S1: Aserrín de Pino. S2: Corteza de Pino. S3: Hoja de Acacias. S4: Estiércol Bovino. S5: Pulpa de Café. S6: Pergamino de café		D0: 0 kg/m ³ de N. D1: 1 kg/m ³ de N. D2: 2 kg/m ³ de N.

DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS:

En cada uno de los vasos se colocaron tres (03) semillas de pino Caribe dejando las que germinaron y presentaron el mejor desarrollo. A las dos semanas de germinadas las semillas, se aplicó las dosis de nitrógeno, fraccionadas en dos partes

bajo la presentación de una solución nitrogenada. El resto de los nutrientes el fósforo y el potasio se aplicaron en dosis constantes de $2 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$ y $1 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{m}^3$.

El ensayo se regó uniformemente de acuerdo a las exigencias climáticas, tratando de aplicar solo lo suficiente para mojar el sustrato, sin que ocurrieran excesos que provocaran el lavado de los fertilizantes. Las evaluaciones se realizaron en base a la germinación de las semillas y posteriormente se realizaron las mediciones de las características de las plántulas.

El diseño estadístico que se aplicó fue de *bloques al azar en arreglo factorial*, un factor estuvo constituido por los seis (06) sustratos y, el otro factor fueron las tres (03) dosis de nitrógeno, lo cual dio un total de dieciocho (18) tratamientos, que replicados cuatro (04) veces resultó en un total de setenta y dos (72) unidades experimentales, cada una de las cuales estuvo constituida de cinco (05) vasos. (Cuadro 2).

ÁREA DEL ENSAYO:

El área ocupada por el ensayo fue de 15 m^2 ocupando cada uno de los cuatro (04) bloques un área de 2 m^2 con separaciones de 1 m para el mantenimiento del ensayo. En cada uno de los bloques se distribuyeron de manera aleatoria los dieciocho (18) tratamientos que estuvieron repetidos cuatro (4) veces para un total de setenta y dos unidades experimentales cada una compuesta por cinco (05) plantas o vasos. Todo esto para un total de noventa (90) vasos por bloque, y de trescientos sesenta (360) para todo el ensayo.

Cuadro 2. Diseño estadístico en bloques al azar con arreglo factorial aplicada en el ensayo.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
S6D1	S2D0	S5D0	S5D1
S1D1	S5D0	S2D0	S5D2
S2D1	S4D1	S1D1	S1D1
S3D0	S6D1	S2D1	S6D0
S3D1	S6D0	S4D0	S4D2
S2D2	S2D1	S1D2	S6D1
S6D0	S4D2	S4D1	S2D2
S3D2	S5D2	S4D2	S4D0
S4D0	S3D1	S2D2	S4D1
S6D2	S6D2	S5D2	S3D2
S5D1	S4D0	S3D1	S6D2
S5D2	S1D1	S3D0	S2D0
S4D2	S2D2	S3D2	S3D1
S1D0	S1D0	S6D0	S3D0
S1D2	S3D0	S6D1	S2D1
S2D0	S1D2	S1D0	S1D2
S4D1	S3D2	S5D1	S1D0
S5D0	S5D1	S6D2	S5D0

VARIABLES A EVALUAR EN EL ENSAYO:

Germinación

Germinación de semillas: Se evaluó a partir de los 12 días de plantadas las semillas.

Porcentaje de germinación: Se determinó por conteo visual diario desde el inicio hasta el final del ensayo.

Plántulas cosechadas: Se realizó un conteo al final del ensayo de las plántulas cosechadas.

Crecimiento de plántulas

Altura de planta: Se midió a partir del cuello hasta la yema apical con una regla milimétrica y se expresó en centímetros (cm).

Diámetro del tallo: se midió en la base del tallo utilizando un vernier y fue expresada en milímetros (mm).

Numero de hojas: Se realizó por conteo visual.

Longitud de la raíz: se midió con una regla milimétrica desde el cuello hasta el extremo de la raíz principal extendida y se expresó en centímetros (cm).

Diámetro de la radícula principal a un centímetro de la base: expresado en milímetros (mm), se midió con un vernier a todas las plántulas.

Volumen de la radícula (cm³): expresado en centímetros cúbicos (cm³), se midió mediante la *técnica del desplazamiento de agua*, basada en el principio de Arquímedes (Bohm, 1979). Se trabajó con un cilindro graduado de 50 cm³ que fue llenado hasta un volumen conocido y luego se introdujeron las raíces, el volumen de agua desplazada es igual al volumen radical. Se realizó a todas las plántulas de cada unidad experimental.

Biomasa fresca de tallos, hojas, vástago, raíces y plántulas: se procedió a pesar con una balanza digital la parte aérea, los tallos, hojas, y raíces en cada una de las plántulas de todas las unidades experimentales. La biomasa fresca del vástago se obtuvo mediante la sumatoria de las biomásas frescas de tallos y hojas, mientras que la biomasa fresca de las plántulas se estimó sumando aquellas del vástago y de las raíces.

Biomasa seca de tallos, hojas, vástago, raíces y plántulas: la biomasa fresca luego de ser secada en una estufa por 72 horas a una temperatura de 65 °C nos permitieron calcular las respectivas biomásas secas. La biomasa seca del vástago se obtuvo mediante la sumatoria de las biomásas secas de tallos y hojas., mientras que la de las plántulas se calculó sumando las biomásas secas del vástago y de las raíces.

Índice de calidad de desarrollo: en la obtención del índice de calidad desarrollo (IQD) se utilizó *la metodología de Dickson, Leaf y Hosner* citada por Freitas *et al* (2013), considerando los indicadores de masa seca de la parte aérea, de las raíces y masa seca total, altura y diámetro del cuello de las plántulas, de acuerdo a la ecuación

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(cm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSRA(g)}} \dots\dots\dots Ec.1$$

Dónde:

IQD = Índice de desarrollo de Dickson.

MST = Biomasa seca total (g).

H = altura (cm).

DC = diámetro del cuello (cm).

PMSPA = Biomasa de la materia seca de la parte aérea (g).

PMSRA = Peso de la materia seca de la raíz (g).

Caracteres Fisiológicos

Concentración de clorofila ($\mu\text{g/ml}$) a, b y carotenoides: se determinó usando como extractante al etanol absoluto según el método descrito por Lichtenthaler y Wellburn (1983), pero con algunas modificaciones debido a que originalmente se trabaja con muy poco volumen de solución, lo que dificulta la toma de lecturas con el espectrofotómetro. Entonces, se trabajó con 22.2 mg de tejido foliar fresco macerado y 5 ml de etanol absoluto. Los tubos de ensayo se centrifugaron por 10 minutos a 12.000 rpm y luego se dejaron reposar por una hora en la nevera a una temperatura de 4 °C en la oscuridad para evitar la foto-oxidación de los pigmentos. Luego el sobrenadante se llevó al espectrofotómetro usando un blanco de etanol absoluto, en donde se determinó el porcentaje de transmisión a longitudes de onda de 664.2 nm, 648,6 nm y 470 nm. Luego estos valores fueron introducidos en las siguientes fórmulas:

$$Chla(\mu\text{g} / \text{ml}) = 13,36A_{664,2} - 5,19A_{648,6} \dots\dots\dots\text{Ec.2}$$

$$Chlb(\mu\text{g} / \text{ml}) = 27,43A_{648,6} - 8,12A_{664,2} \dots\dots\dots\text{Ec.3}$$

$$Cr(\mu\text{g} / \text{ml}) = \frac{1000A_{470} - 2,13Chla - 97,64Chlb}{209} \dots\dots\dots\text{Ec.4}$$

Donde:

Chla: clorofila *a*

Chlb: clorofila *b*

Cr: carotenoides

Lavado de electrolitos: este parámetro da información acerca de la estabilidad de las membranas y el contenido relativo de iones en el espacio apoplástico. Se

determinó mediante el método descrito por Lutts *et al.* (1996), en donde se tomaron 20 mg de tejido foliar, se lavaron con agua desionizada para retirar partículas e iones adheridos a la superficie de las hojas; luego se colocaron en tubos de ensayos previamente desinfectados junto con 10 ml de agua desionizada e incubados con agitación leve (100 rpm) y constante a una temperatura de 25 °C por 24 horas; posteriormente se determinó la conductividad eléctrica a la solución (Lt); luego de esto se llevaron los tubos al autoclave a 120 °C por 20 minutos y se esperó a que la temperatura se estabilizara en 25 °C y se determinó nuevamente la conductividad eléctrica a la solución (L0). Entonces el porcentaje de lavado de electrolitos se determinó por la siguiente expresión:

$$\% \text{Lavado} = \frac{Lt(\mu\text{s} / \text{cm})}{L0(\mu\text{s} / \text{cm})} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ec. 5}$$

Donde:

%Lavado: Porcentaje de lavado de electrolitos.

Lt: Conductividad eléctrica de la solución antes de ser llevado al autoclave.

L0: Conductividad eléctrica de la solución luego de ser llevado al autoclave.

Propiedades Agronómicas de los Sustratos

Calidad de Adobe (%):

Por adobe se entiende el agregado que forma las raíces de la plantas con el sustrato y para que sea considerado como apropiado, debe permitir un buen desarrollo radical, mantener la integridad de las raíces y la facilidad para la extracción de la celda sin dañar la plántula al tirar de la base del tallo. Se evaluará la calidad del adobe que conforma cada tratamiento tomando en cuenta el número de pilones a muestrear por repetición con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos, en

respuesta al desempeño de los pilones en los diferentes sustratos (Quesada y Méndez, 2005 y Picón, 2013).

Porcentaje de plantas trasplantables:

La determinación del porcentaje de plantas trasplantables se realizara de forma visual observando el estado de las plantas y considerando el vigor y apariencia general, sin considerar la calidad del adobe, realizando un conteo de las plantas existentes en cada tratamiento (Picón, 2013). Para los cálculos de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% P = (NPT*100)/NPV.....Ec. 6$$

Donde:

%P: Porcentaje de plantas trasplantables.

NPV: Número de plantas vivas.

NPT: Número de plantas trasplantables.

Porcentaje de rendimiento:

El rendimiento se medirá de acuerdo a Picón (2013) con base a porcentaje, para lo cual se realizará un conteo de las plantas trasplantables en cada vaso al día de la cosecha.

Propiedades Físicas y Químicas.

Previamente al establecimiento del ensayo a los sustratos se les realizaron análisis físicos y químicos en el Laboratorio de Suelo, Campus Los Guaritos de la Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas.

Los materiales fueron analizados físicamente mediante las pruebas sugeridas por Pire y Pereira (2003), los cuales contemplan los siguientes parámetros físicos: porosidad total (PT), porosidad de aireación (PA), capacidad de retención de humedad (CRH), densidad aparente (DA) y densidad de partículas (DPA). Los cálculos para las determinaciones de las propiedades físicas de los sustratos, se hicieron mediante las siguientes ecuaciones según Pire y Pereira (2003):

$$\text{Porosidad total(\%)} = \frac{V_a + \frac{PH - PS}{Pa}}{V_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots\text{Ec.7}$$

$$\text{Porosidad de aireación(\%)} = \frac{V_a}{V_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots\text{Ec.8}$$

$$\text{Capacidad de retención de agua (\%)} = \frac{PH - PS}{V_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots\text{Ec.9}$$

$$\text{Densidad aparente(Mg/m}^3\text{)} = \frac{PS}{V_c} \quad \dots\dots\dots\text{Ec.10}$$

$$\text{Densidad de partículas (Mg/m}^3\text{)} = \frac{Da}{1 - \frac{PT}{100}} \quad \dots\dots\dots\text{Ec.11}$$

Dónde:

Va: Volumen drenado (cm³)

PH: Peso Húmedo de la muestra (g)

PS: Peso seco de la muestra (g)

Pa: Peso específico del agua (1 g*cm³)

Vc: Volumen del cilindro (cm³)

De igual manera fueron analizados químicamente los sustratos para determinar los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (CE) y pH, materia orgánica (MO), nitrógeno (estimado a partir de la MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC), y fósforo (P) de acuerdo a Rojas (2009). Desde el punto de vista biológico se evaluó la respirometría de los diferentes sustratos.

Contenido de Nitrógeno: el contenido de nitrógeno se estimó a partir de la probable mineralización que pudiese ocurrir con la materia orgánica. Se consideran valores normales entre 3 y 5 %.

Contenido de Fósforo: para determinar el contenido de fosforo se utilizo la metodología de Bray 1 que consiste en agregar 2 g de cada sustrato en un tubo de ensayo identificado junto con la solución extractora, se le coloco el tapón y se agito por un minuto. Posteriormente se le quito el tapón y fue llevado a la centrifugadora por 5 min, se filtro en un embudo de filtración. Se extrajo 5ml del filtrado y se coloco en un tubo de ensayo junto con los 16 ml de agua destilada y los 4 ml de solución reveladora de color más acido ascórbico, se dejo en reposo por 1 hora. Cumplido este tiempo se observo el % de transmitancia en el espectrofotómetro 301-D con una longitud de onda de 600 nm. Inmediatamente con ayuda de la curva de la grafica se determinaron los mg/Kg de fósforo en cada sustrato.

pH: la medición de pH se realizara agregando 5g de cada sustrato a los frascos previamente identificados, se le añadirán 10ml de agua destilada y se agitaron durante un minuto usando una varilla de agitación, luego se dejo reposar durante 10 min.

Conductividad eléctrica: para medir la conductividad eléctrica (C.E) se agregaron los 5 g de cada sustrato en los frascos identificados, luego se le añadieron 10ml de agua destilada y se agitaron durante 1 minuto con ayuda de la varilla de agitación y posteriormente se dejaron reposar durante 10 minutos.

RESULTADOS

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUSTRATOS.

pH:

Las características físicas y químicas de los sustratos se hallan resumidas en el Cuadro 3. En los sustratos analizados, el valor de pH osciló entre 4.08 a 7.8. El aserrín de pino y el pergamino de café presentaron un rango de valores que oscila entre 4.0 a 4.5, lo cual los califica como extremadamente ácidos.

Cuadro 3. Resultados de las características físicas y químicas de los sustratos preparados en Laboratorio de Suelos de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas.

VARIABLES	ASERRIN DE PINO	PULPA DE CAFE	PERGAMINO DE CAFE	HOJAS DE ACACIAS	ESTIERCOL BOVINO	CORTEZA DE PINO
pH	4.08	5.90	4.50	5.66	7.80	5.26
CE(μS)	0.18	1.17	0.003	0.733	2.92	0.057
Da(g/cm³)	0.20	0.24	0.16	0.22	0.58	0.24
PA(%)	11.18	12.82	6.50	4.61	3.61	6.90
PT(%)	40,00	42.86	68.70	72.90	42.46	72.60
CIC(meq/100g)	41.2	40.1	39.5	62.36	60.10	43.5
CRA(%)	28.83	30.04	62.20	68.3	38.85	65.7
MO(%)	9.67	8.37	80.90	6.45	65.47	77.2
N(%)	0.37	0.32	3.12	0.24	2.53	2.98
P(mg/kg)	0.40	12.8	11.60	20.0	15.0	24.0

Nota: pH= Potencial de Hidrogeno, CE= Conductividad Electrica, Da= Densidad Aparente, PA= Porosidad de aireación, PT= Porosidad Total, CIC= Capacidad de intercambio catiónico, CRA= Capacidad de retención de agua, MO= Materia Orgánica, N= Nitrógeno, P= Fosforo.

En cuanto a la corteza de pino y hojas de acacia mostraron un rango de valores que osciló entre 5.26 a 5.66, es decir, son fuertemente ácidos; en tanto que en la pulpa

de café el valor arrojado fue de 5.90 que se considera medianamente ácido. En el caso del estiércol de bovino el pH reportado indica que este sustrato es medianamente básico o alcalino (7.8).

De acuerdo a los análisis, un pH inferior a 5, como los reportados por el aserrín de pino y la cascarilla de café pueden originar deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), y magnesio (Mg) en el cultivo; en tanto que los valores superiores a 6,5, como el caso del estiércol bovino, pueden provocar que se disminuya la asimilabilidad de hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), y cobre (Cu). En este sentido, Acosta, (1985), plantea que a valores de pH entre 6.0 y 7.0 ocurre una adecuada disponibilidad de la inmensa mayoría de nutrientes en los sustratos.

Conductividad eléctrica (CE):

Los valores obtenidos de conductividad eléctrica (CE) para los sustratos evaluados arrojaron que el menor valor reportado fue de 0,003 μS correspondiente al pergamino de café y el máximo valor reportado fue de 2,92 μS representado por el estiércol de bovino. Se observaron variaciones en los sustratos pulpa de café (1.17 μS), hojas de Acacias (0.733 μS), aserrín de pino (0.18 μS) y corteza de pino Caribe (0.057 μS). En este sentido, Moreno (1970), plantea que no se detectan efectos perjudiciales en el crecimiento y rendimientos de las plantas en sustratos con una CE menor a 2,0 μS , por lo que el único que presenta problemas en este aspecto es el estiércol bovino, quizás por la alta concentración de sales en su orina.

De acuerdo a los resultados obtenidos esto nos permiten calificar a casi todos los sustratos como no salinos, es decir, que no deberían afectar el crecimiento vegetal. En tanto, que en el caso del sustrato estiércol de bovino, este sustrato si

presenta una concentración de sales suficientemente alta como para restringir el desarrollo del cultivo por el efecto osmótico de las sales disueltas.

Porosidad de aireación (PA):

La porosidad de aireación varió entre 3,61% para el estiércol de bovino y, 12,82% para la pulpa de café. De manera general, todos los sustratos presentaron valores por debajo del valor óptimo (20 a 30%) recomendado por Abad *et al.*, (1993). Esto nos indica que se pudiese provocar una falta de oxígeno que impida la respiración de las raíces de las plántulas, afectando negativamente su desarrollo.

Densidad aparente del sustrato (Da):

La densidad aparente del sustrato (Da) varió de 0.16 g/cm³ para el pergamino de café a 0.58 g/cm³ para el estiércol de bovino. Dentro de este rango de valores de densidad aparente se encuentran el aserrín de pino (0.20 g/cm³), las hojas de acacia (0.22 g/cm³), la pulpa de café (0.24 g/cm³) y la corteza de pino Caribe (0.24 g/cm³). En general estos valores son adecuados considerando lo que mencionan Abad *et al* (1993) quienes señalan que estos se ubican entre 0,2 y 0,6 g/cm³.

Porosidad Total (PT):

La determinación de la porosidad total arrojó un valor máximo de 72.90% para las hojas de acacia y un valor mínimo de 40 % para el aserrín de pino. Los valores encontrados para la pulpa de café, el estiércol de bovino, el pergamino de café y la corteza de pino Caribe presentaron valores que oscilaron entre estos dos extremos. Un alto índice de porosidad, alrededor de 80 %, es la condición considerada como ideal según Abad *et al* (1993), indicando ellos que deben existir muchos macroporos

que permitan una buena aireación a las raíces de la planta y un adecuado número de microporos que van a retener la mayor parte del agua.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):

La determinación de la CIC arrojó un valor máximo de 62.36 meq/100g para las hojas de acacia y un valor mínimo de 39.5 meq/100g para el pergamino de café. En esta misma línea, Baixauli y Aguilar (2002) indican que una CIC alta es propia de los sustratos orgánicos. En general, se puede decir que todos los sustratos presentaron una capacidad de adsorción de cationes de moderada a alta, lo que indica que los sustratos tienden a retener una alta cantidad de nutrientes en forma intercambiable y que por lo tanto van a tener una adecuada fertilidad.

Capacidad de retención de humedad (CRA):

La determinación de la capacidad de retención de agua arrojó un valor máximo de 68.30% para las hojas de acacia y un valor mínimo de 28.83 % para el aserrín de pino. En general, la CRA osciló entre 20 – 70% de retención de agua, lo que indica que en estos sustratos existe una alta disponibilidad de agua para las plantas. Abad, *et al* (1993), consideran adecuados valores entre 15 a 30 % .por lo que esto nos indica que el pergamino de café, las hojas de acacia y la corteza de pino, e inclusive, el estiércol bovino, están muy por encima de estos valores pudiendo presentar problemas de aireación de las raíces; el resto de los sustratos se encuentra dentro de los valores ideales.

Porcentaje de materia orgánica (%MO):

El porcentaje de materia orgánica presentó los mayores valores para el pergamino de café (80.90%), la corteza de pino Caribe (77.2%) y el estiércol de

bovino (65.47%), mientras que los valores más bajos los reportaron las hojas de acacia (6.45%), la pulpa de café (8.37%) y el aserrín de pino (9.67%). Abad *et al.*, 1993, indican que el porcentaje de materia orgánica debe ser mayor al 80%, por lo que solamente el pergamino de café cumple con esta exigencia, la corteza esta cercana a este límite, y los tres últimos sustratos presentan valores poco deseables.

Contenido de nitrógeno (%N):

El porcentaje de nitrógeno se vio mayormente favorecido en el pergamino de café (3.12%), seguido de la corteza de pino Caribe (2.98%) y del estiércol de bovino (2.53%) en comparación con el aserrín de pino (0.37%), la pulpa de café (0.32%) y las hojas de Acacias (0.24%) que reportaron los valores más bajos. Según informes técnicos de Refoscosta S. A, indican que el valor mínimo de contenido de nitrógeno es de 0.01 y el valor máximo es de 0.24. Por tanto, se puede interpretar que el nitrógeno es un elemento primordial para las plantas, ya que forma parte de las proteínas y de otros compuestos orgánicos esenciales (enzimas, coenzimas, vitaminas, ácidos nucleicos, clorofila, etc) y cuando se encuentra en menor proporción se hace muy difícil la síntesis de proteínas por las plantas. Esto indica que la disponibilidad del mismo en los sustratos mencionados presentan un valor superior al indicad, por lo tanto su crecimiento de las plántulas se debería ver favorecido.

Contenido de fosforo (P):

El contenido de fosforo se aprecio en mayores proporciones en la corteza de pino Caribe (24.0 mg/kg), seguido de las hojas de Acacias (20.0 mg/kg) y en menor cuantía en el aserrín de pino (0.40 mg/kg) que reportó el menor valor. El fosforo forma parte de todos los tejidos de la planta, al igual que el nitrógeno, es un elemento que interviene prácticamente en todos los procesos importantes del metabolismo. Valores de fósforo disponible entre 15 y 30 mg/kg se consideran adecuados, por lo

que los sustratos hojas de acacia, estiércol bovino y corteza de pino no deberían presentar deficiencias en éste nutrimento.

EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN

Porcentaje de germinación de las semillas:

En el cuadro 35 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de pino Caribe a los 15 días después de la siembra. El análisis de varianza señala que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustrato.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 4 a continuación, y en él se observa que el aserrín de pino y la corteza de pino se comportaron de manera similar con valores bastante cercanos aunque superiores al resto de los sustratos, siendo el pergamino de café el de peor comportamiento.

En este sentido, Sáenz, et al, (2010), define el porcentaje de germinación de semillas como el número de semillas de una determinada muestra que se convierten en plántulas al término de un período determinado, generalmente al término de la primera temporada de crecimiento. De acuerdo a los resultados anteriores éstos nos indican que la germinación de las semillas se vio favorecida con los sustratos corteza de pino y aserrín de pino, mientras que el resto de los sustratos presentaron valores relativamente bajos.

Cuadro 4. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de germinación de semillas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) a los 15 días después de la siembra en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Porcentaje de germinación †	Ámbito ‡
Aserrín de pino	32,22 (5,72)	A
Corteza de pino	26,02 (5,15)	A
Estiércol de bovino	13,17 (3,70)	B
Hojas de acacias	11,54 (3,47)	BC
Pulpa de café	6,68 (2,68)	C
Pergamino de café	2,37 (1,70)	C

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe al final de la cosecha

En el cuadro 36 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe al final de la cosecha en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y dosis de nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a la primera de estas variables se encuentra reflejada en el cuadro 5, y en él se observa que los sustratos aserrín de pino y corteza de pino se comportaron de manera similar y superior al resto de los sustratos, es decir, presentaron un mayor porcentaje de plantas perdidas al final de la cosecha, en tanto que el resto de los sustratos presentaron menores valores siendo el pergamino y la pulpa de café los de menor porcentaje de pérdidas.

Cuadro 5. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de plantas perdidas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) al final de la cosecha en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas

Sustratos	Porcentaje plantas perdidas †	Ámbito ‡
Pergamino de café	84,96 (9,24)	A
Estiércol de bovino	78,55 (8,89)	A
Aserrín de pino	63,51 (8,00)	A
Hojas de acacias	61,53 (7,88)	A
Corteza de pino	20,45 (4,58)	A
Pulpa de café	0,00 (0,71)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En el cuadro 6, se observa la prueba de promedios del porcentaje plantas perdidas al final de la cosecha en relación al efecto del nitrógeno. En él se observa que el mayor porcentaje de plantas perdidas ocurrió con la aplicación de 2 kg.m^{-3} aunque sin diferencias significativas con la aplicación de 1 kg.m^{-3} . En este sentido, Grez y Gerdin (1995), en investigaciones realizadas en sustrato de pino utilizando dosis de 1 y 2 cm^3 encontraron diferencia significativas respecto del testigo, y que no existió una respuesta clara en cuanto a la aplicación de las combinaciones N - P y ceniza sobre el proceso de compostización. Esto indica que desde la perspectiva de este parámetro se muestra un mayor valor respectivamente en plantas donde se le aplicó dosis 1 y 2 kg.m^{-3} de nitrógeno de plantas perdidas, en tanto que, a las que no se le aplicó nada no hubo pérdidas de las mismas.

Cuadro 6. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de plantas pérdidas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) al final de la cosecha bajo diferentes dosis de nitrógeno en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Dosis de nitrógeno (kg m ⁻³)	Porcentaje de plantas perdidas †	Ámbito ‡
2	54,02 (7,38)	A
1	42,93 (6,59)	AB
0	31,71 (5,68)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 1,440). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe

En el cuadro 37 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de plantas cosechadas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables: sustratos y nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a la variable sustrato se encuentra en el cuadro 7 a continuación, y en él se observa que el sustrato corteza de pino mostró un valor estadísticamente superior, seguido por el aserrín de pino que a su vez fue superior a la pulpa de café, al final se ubican el resto de los sustratos presentando valores bastante pobres.

Cuadro 7. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Porcentaje de plantas cosechadas †	Ámbito ‡
Corteza de pino	2.64 (1.77)	A
Aserrín de pino	1.56 (1.43)	B
Pulpa de café	0.99 (1.22)	C
Hojas de acacias	0.49 (0.99)	D
Estiércol de bovino	0.20 (0.84)	DE
Pergamino de café	0.07 (0.75)	E

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En el cuadro 8 se observa la prueba de promedios del porcentaje final de plantas cosechadas en relación al efecto del nitrógeno, mostrándose en él un mayor valor de plantas cosechadas en aquellos tratamientos a los que no se aplicó nitrógeno en comparación a las dosis 1, que a su vez tuvo un porcentaje parcialmente más elevado, aunque no significativo, al de la dosis 2.

Cuadro 8. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje final de plantas cosechadas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Dosis de nitrógeno (kg m ⁻³)	Porcentaje de plantas cosechadas †	Ámbito ‡
0	1.31 (1.35)	A
1	0.76 (1.12)	B
2	0.58 (1.04)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 1,440). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS

Promedio de altura (cm) de las plantas de Pino Caribe

En el cuadro 38 del apéndice se muestra el análisis de varianza para la altura de las plantas (cm) de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos, nitrógeno y el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra en el cuadro 9 que se muestra a continuación, y en él se observa que los mejores resultados se obtuvieron para la corteza de pino en dosis de 1, 2 y 0 kg/m³, siendo el primero de estos significativamente superior. El resto de los resultados muestra variabilidad pero se aprecia que le siguen en orden de prioridad la pulpa de café y el aserrín de pino.

Cuadro 9. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la altura de las plantas (cm) de pino Caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	5.32 (2.41) †	C ‡	1.00 (1.23)	DE	0.00 (0.71)	E
Aserrín de pino	6.83 (2.71)	BC	6.56 (2.66)	BC	7.42 (2.92)	BC
Corteza de pino	11.39 (3.45)	AB	15.28(3.97)	A	12.10 (3.55)	AB
Estiércol de bovino	3.78 (2.07)	CD	0.00 (0.71)	E	0.00 (0.71)	E
Pergamino de café	0.98 (1.22)	DE	0.63 (1.06)	E	0.00 (0.71)	E
Pulpa de café	7.58 (2.84)	BC	8.40 (2.98)	BC	8.08 (2.93)	BC

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En este sentido, Muñoz *et al* (2014) menciona que las plantas con altura entre 15,0-25,0 cm son de alta calidad, alturas entre 10,0-14,9 cm son de mediana calidad y las alturas menores a 10 cm son de baja calidad. Esto indica que para esta variable el sustrato que tuvo un mejor comportamiento fue el de corteza de pino en dosis 1 kg N/m³ con plantas de altura superior a los 15 cm de alta calidad, seguido por la misma corteza en dosis de 2 y 0 kg N.m⁻³, el resto de las combinaciones presentaron en su mayoría plantas de baja calidad.

Diámetro (mm) del tallo de las plantas de Pino Caribe.

En el cuadro 39 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el diámetro del tallo (mm) de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * dosis de nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a ésta interacción se encuentra en el cuadro 10, y en él se destaca que los mejores resultados se obtuvieron con la corteza de pino bajo dosis de 1, 2 y 0 kg/m³, siendo el primero de este significativamente superior a los otros dos. El resto de los resultados presenta amplia variabilidad sin algo notable que destacar.

Muñoz *et al* (2014) calificaron la calidad de planta mediante comparaciones con los valores citados en diversos estudios de coníferas, los cuales indican que los diámetros mayores a 4 mm son de alta calidad, entre 2,50 a 3,90 mm es de mediana calidad, mientras que menores 2,50 mm son de baja calidad. En este sentido cabe resaltar que solamente la corteza de pino en dosis de 1 kg N/m³ alcanzo una mediana calidad, en tanto que el resto de los valores resultaron de baja calidad.

Cuadro 10. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el diámetro del tallo (mm) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	1.02 (1.23)	C D	0.22 (0.85)	EF	0.00 (0.71)	F
Aserrín de pino	1.16 (1.29)	CD	1.14 (1.28)	CD	1.30 (1.34)	C
Corteza de pino	1.71 (1.49)	BC	2.63 (1.77)	A	2.18 (1.64)	AB
Estiércol de bovino	0.58 (1.04)	DE	0.00 (0.71)	F	0.00 (0.71)	F
Pergamino de café	0.20 (0.84)	EF	0.18 (0.83)	EF	0.00 (0.71)	F
Pulpa de café	1.32 (1.35)	C	1.47 (1.41)	BC	1.30(1.34)	BC

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Número promedio de acículas de hojas de pino Caribe a los 120 días.

En el cuadro 40 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el número promedio de acículas de hojas de pino Caribe a los 120 días de la siembra. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y para el efecto de la interacción sustrato * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra en el cuadro 11 a continuación, y en él se observa que los mejores resultados se obtuvieron para las combinaciones corteza de pino bajo dosis de 1 kg N/m³, siendo significativamente diferentes a las de las dosis 2 y 0 kg/m³; el resto de los resultados presenta valores mucho más bajos y amplia variabilidad sin ninguna tendencia definida.

Cuadro 11. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el número promedio de acículas a los 120 días en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	66,99 (8,22)	DEF	10,25 (3,28)	EFG	0,00 (0,71)	G
Aserrín de pino	113,92 (10,70)	D	87,43 (9,38)	DE	140,82 (11,89)	CD
Corteza de pino	298,89 (17,30)	BC	683,21 (26,15)	A	492,39 (22,20)	AB
Estiércol de bovino	137,44 (11,75)	CD	0,00 (0,71)	G	0,00 (0,71)	G
Pergamino de café	16,08 (4,07)	EFG	5,72 (2,49)	FG	0,00 (0,71)	G
Pulpa de café	139,63 (11,84)	CD	129,12 (11,39)	CD	134,57 (11,62)	CD

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

El número de hojas es una variable que indica el nivel de actividad fotosintética de la planta, por ende el desarrollo de la misma. Muñoz, et al (2014) menciona que una mayor área foliar favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas porque a medida que mayor sea su área foliar, mayor será su capacidad fotosintética en campo abierto y mayores sus posibilidades de éxito en el establecimiento.

Longitud de las raíces en (cm) para las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 41 del apéndice se muestra el análisis de varianza para la longitud de la raíz (cm) de plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos, dosis de nitrógeno y el efecto de la interacción sustrato * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra en el cuadro 12 que sigue, y se puede interpretar de la manera siguiente: la corteza de pino bajo la dosis 0 kg N.m⁻³ fue significativamente superior a la pulpa de café bajo la dosis 1 kg N.m⁻³, y este a su vez al aserrín de pino bajo la dosis 2 kg N.m⁻³. Para el resto de los resultados las tendencias están poco definidas y son siempre estadísticamente inferiores a las señaladas.

Jaramillo *et al.* (2008), mencionan que las plántulas de pino listas para el trasplante deben tener un sistema de raíces bien desarrollado entre 5 y 14 cm de largo, permitiendo contener el sustrato y que éste no se desmorone en el momento en que la planta se saca al campo.

Cuadro 12. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la longitud de la raíz (cm) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	11.21 (3.42)	C	0.81 (1.15)	D	0.00 (0.71)	D
Aserrín de pino	10.29 (3.29)	C	9.90 (3.23)	C	18.36 (4.34)	ABC
Corteza de pino	24.58 (5.01)	A	13.21(3.70)	BC	11.80 (3.51)	BC
Estiércol bovino	2.18 (1.64)	D	0.00 (0.71)	D	0.00 (0.71)	D
Pergamino de café	1.14 (1.28)	D	1.14 (1.28)	D	0.00 (0.71)	D
Pulpa de café	14.61 (3.89)	ABC	21.44(4.69)	AB	12.57(3.62)	BC

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Diámetro promedio (mm) de la raíz principal de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 42 del apéndice, se muestra el análisis de varianza para el diámetro promedio de la raíz (mm) de plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para bloques, dosis de nitrógeno y el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra en el cuadro 13 a continuación, y en él se observa que la corteza de pino en dosis de 1 y 2 kg N/m³ fué estadísticamente superior al resto de los sustratos bajo cualquiera de las dosis empleadas. El resto de los resultados no presentan una tendencia definida aunque parece ser que la pulpa de café y el aserrín de pino le siguen en orden de importancia.

Cuadro 13. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el diámetro de la raíz (cm) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	0.64 (1.07)	BC	0.18 (0.83)	DE	0.00 (0.71)	E
Aserrín de pino	0.62 (1.06)	BC	0.67 (1.08)	BC	0.68 (1.09)	BC
Corteza de pino	0.78 (1.13)	AB	1.21 (1.31)	A	0.96 (1.21)	A
Estiércol de bovino	0.34 (0.92)	CD	0.00 (0.71)	E	0.00 (0.71)	E
Pergamino de café	0.13 (0.79)	DE	0.14 (0.80)	DE	0.00 (0.71)	E
Pulpa de café	0.62 (1.06)	BC	0.72 (1.11)	B	0.72 (1.11)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En este sentido, Keller, (1967) menciona que el nitrógeno es el elemento nutritivo que más necesitan las plantas para desarrollarse. Desempeña funciones

fundamentales en la planta como la participación en la formación de compuestos orgánicos como las proteínas, los nucleótidos y la clorofila, e influye de manera notable en el crecimiento vegetativo.

El diámetro a la altura de cuello es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm). Ruano, (2003) establece como indicadores de calidad de una planta la altura, el diámetro de cuello y el peso fresco de la planta, señalando que mientras mayor es el diámetro y el peso fresco de una planta, mejor será la calidad de ella.

Volumen de la radícula (ml) de las plantas de Pino Caribe.

En el cuadro 43 del Apéndice, se muestra el análisis de varianza para el volumen de la radícula (ml) en plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra en el cuadro 14 y en él se observa que, nuevamente, la corteza de pino bajo la dosis de 1 kg N/m³ es estadísticamente superior a la dosis de 2 kg N/m³, y esta a su vez al resto de los tratamientos, donde destaca la corteza de pino bajo la dosis 0 de N y el aserrín de pino bajo la dosis 2 de N.

Cuadro 14. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre el volumen de la raíz (ml) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	0,17 (0,82)	DEFG	0,05 (0,74)	EFG	0,00 (0,71)	G
Aserrín de pino	0,18 (0,82)	DEF	0,13 (0,79)	DEFG	0,47 (0,98)	BC
Corteza de pino	0,44 (0,97)	BC	0,71 (1,10)	A	0,53 (1,01)	AB
Estiércol de bovino	0,05 (0,74)	EFG	0,00 (0,71)	G	0,00 (0,71)	G
Pergamino de café	0,02 (0,72)	FG	0,03 (0,73)	FG	0,00 (0,71)	G
Pulpa de café	0,15 (0,81)	DEFG	0,29 (0,89)	CD	0,21 (0,86)	DE

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

El volumen de raíz esta dado fundamentalmente por el número de raíces laterales, la fibrosidad y la longitud del sistema radicular. Un mayor número de raíces laterales y una mayor longitud de estas y de la raíz principal puede significar un aumento en la estabilidad de la planta y una mejor capacidad exploratoria de la parte superior e inferior del suelo para mantener el estado hídrico. Por su parte, una mayor fibrosidad conduce a una mayor capacidad de absorción y a un mayor contacto suelo-raíz

BIOMASA AEREA FRESCA DE HOJAS, TALLOS, VASTAGO, RAICES Y PLANTULAS EN CONDICIONES DE VIVERO.

Biomasa fresca promedio (g) de las acículas de Pino Caribe

En el cuadro 44 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso fresco promedio (g) de las hojas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis

de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra en el cuadro 15, y en él se observa que la corteza de pino en dosis de 1 kg N.m⁻³ supera con creces al resto de los tratamientos, inclusive a la misma corteza en el resto de las dosis así como al aserrín de pino en la dosis de 2 kg N.m⁻³.

Cermeño, (2017) en su trabajo con pino Caribe obtuvo un peso fresco de la parte foliar a los 120 días de 3,49 gr, bastante superior al que se muestra con anterioridad.

Cuadro 15. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la biomasa fresca de acículas (g) de plántulas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	0,24 (0,86)	DE	0,02 (0,73)	E	0,00 (0,71)	E
Aserrín de pino	0,32 (0,91)	DE	0,32 (0,91)	DE	1,08 (1,26)	BC
Corteza de pino	0,97 (1,21)	BC	2,36 (1,69)	A	1,36 (1,36)	B
Estiércol de bovino	0,27 (0,88)	DE	0,00 (0,71)	E	0,00 (0,71)	E
Pergamino de café	0,04 (0,74)	E	0,06 (0,75)	E	0,00 (0,71)	E
Pulpa de café	0,56 (1,03)	CD	0,71 (1,10)	CD	0,51 (1,00)	CD

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Biomasa fresca promedio (g) del tallo de plantas de Pino Caribe

En el cuadro 45 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso fresco promedio (g) del tallo de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustratos.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra en el cuadro 16 que sigue, y en él se observa que los sustratos que presentaron mejor comportamiento para esta variable fueron la corteza de pino (estadísticamente superior) y la pulpa de café seguidos por el aserrín de pino. El resto de los tratamientos presentaron valores muy inferiores.

Cuadro 16. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de tallo (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Biomasa fresca del tallo (g) †	Ámbito ‡
Corteza de pino	1.32 (1.35)	A
Pulpa de café	0.99 (1.22)	AB
Aserrín de pino	0.54 (1.02)	BC
Hojas de acacias	0.09 (0.77)	CD
Estiércol de bovino	0.08 (0.76)	CD
Pergamino de café	0.03 (0.73)	D

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Biomasa fresca promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 46 del apéndice, se muestra el análisis de varianza para el peso fresco promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustratos.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 17 que se muestra en seguida, y en él se observa que, nuevamente, la corteza de pino supera de forma estadísticamente significativa a la pulpa de café y al aserrín de pino, y estos a su vez al resto de los tratamientos.

Cuadro 17. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de vástago (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Biomasa fresca vástago (g) †	Ámbito ‡
Corteza de pino	2.85 (1.83)	A
Aserrín de pino	1.07 (1.25)	B
Pulpa de café	1.60 (1.45)	B
Hojas de acacias	0.16 (0.81)	C
Estiércol de bovino	0.15 (0.81)	C
Pergamino de café	0.06 (0.75)	C

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Biomasa fresca promedio (g) de la raíces de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 47 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso fresco promedio (g) de las raíces de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a ésta última variable se encuentra reflejada en el cuadro 18 que sigue a continuación, y en él se observa que la corteza de pino en dosis de 1 kg N.m⁻³ supera estadísticamente a la misma en el resto de las dosis, quedando luego el aserrín de pino con 2 kg N.m⁻³ y la pulpa de café con dosis de 1 kg N.m⁻³.

Cuadro 18. Efecto de la interacción sustratos x dosis de nitrógeno sobre la biomasa fresca de la raíz (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	0.09 (0.77)	DE	0.01 (0.72)	E	0.00 (0.71)	E
Aserrín de pino	0.09 (0.77)	DE	0.11 (0.78)	CDE	0.28 (0.88)	BC
Corteza de pino	0.31 (0.90)	B	0.60 (1.05)	A	0.32 (0.91)	B
Estiércol de bovino	0.05 (0.74)	E	0.00 (0.71)	E	0.00 (0.71)	E
Pergamino de café	0.03 (0.73)	E	0.01 (0.72)	E	0.00 (0.71)	E
Pulpa de café	0.10 (0.77)	DE	0.25 (0.87)	BCD	0.10 (0.78)	DE

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Mata (2013) citado por Cermeño (2017) en su evaluación a los 150 días encontró en el tratamiento que utilizo como testigo plántulas con pesos de 1,00 g., siendo este valor superior a los antes mencionado.

Biomasa fresca promedio (g) de las plántulas de pino Caribe.

En el cuadro 48 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso fresco promedio (g) de las plántulas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustrato. La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 19 que se muestra a continuación, y en él se observa que, nuevamente la corteza de pino supera estadísticamente y por más del doble al resto de los tratamientos.

Cuadro 19. Efecto de los sustratos sobre la biomasa fresca de plantas (g) de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustratos	Biomasa fresca total †	Ámbito ‡
Corteza de pino	3.23 (1.93)	A
Aserrín de pino	1.21 (1.31)	B
Pulpa de café	1.76 (1.50)	B
Hojas de acacias	0.19 (0.83)	C
Estiércol de bovino	0.16 (0.81)	C
Pergamino de café	0.07 (0.75)	C

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Estos resultados son superiores a los reportados por Cermeño (2017) trabajando con plántulas de pino Caribe en el vivero de El Merey, con pesos promedios de 2,47 g. a los tres meses.

BIOMASA AEREA SECA DE ACICULAS, TALLOS, VASTAGO, RAICES Y PLANTULAS DE PINO CARIBE EN CONDICIONES DE VIVERO.

Biomasa seca promedio (g) de las acículas de pino Caribe.

En el cuadro 49 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso seco promedio (g) de las acículas de pino Caribe en condiciones de vivero. Este refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables sustratos y para el efecto de la interacción sustratos *nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra reflejada en el siguiente cuadro 20, y en él se observa que la corteza de pino con dosis de 1 kg N.m⁻³ supera estadísticamente al resto de los tratamientos, incluidos el mismo sustrato en las otras dos dosis.

Cuadro 20. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca de acículas (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacia	0.09 (0.77)	CD	0.02 (0.72)	D	0.00 (0.71)	D
Aserrín de pino	0.14 (0.80)	CD	0.17 (0.82)	CD	0.18 (0.83)	CD
Corteza de pino	0.39 (0.95)	C	1.89 (1.55)	A	1.05 (1.25)	B
Estiércol de bovino	0.09 (0.77)	CD	0.00 (0.71)	D	0.00 (0.71)	D
Pergamino de café	0.03 (0.73)	D	0.01 (0.72)	D	0.00 (0.71)	D
Pulpa de café	0.71 (0.81)	CD	0.24 (0.86)	CD	0.21 (0.85)	CD

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Estos resultados son superiores a los reportados por Cermeño (2017) en su trabajo con plántulas de pino Caribe en el vivero de El Merey, donde obtuvo pesos promedios de 0,87 los 120 días.

Biomasa seca promedio (g) de tallo de plantas de Pino Caribe.

En el cuadro 50 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso seco promedio (g) de tallo de plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para las variable sustratos y para el efecto de la interacción sustratos* nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 21 que se muestra a continuación, y en él se observa que la corteza de pino en dosis de 1 y 2 kg N/m³ superan ampliamente al resto de los tratamientos.

Cuadro 21. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca del tallo (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacia	0.04 (0.74)	BCD	0.01 (0.72)	CD	0.00 (0.71)	D
Aserrín de pino	0.07 (0.75)	BCD	0.06 (0.75)	BCD	0.06 (0.75)	BCD
Corteza de pino	0.10 (0.78)	B	0.33 (0.91)	A	0.28 (0.88)	A
Estiércol de bovino	0.04 (0.74)	BCD	0.00 (0.71)	D	0.00 (0.71)	D
Pergamino de café	0.00 (0.71)	D	0.01 (0.72)	CD	0.00 (0.71)	D
Pulpa de café	0.08 (0.76)	BC	0.08 (0.76)	BC	0.07 (0.76)	BCD

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Biomasa seca promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 51 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso seco promedio (g) del vástago de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variable sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra reflejada en el cuadro 22 que se muestra de inmediato, y en él se observa que, de nuevo, la corteza de pino con dosis de 1 kg N/m³ se supera estadísticamente a sí misma en las dosis de 2 y de 0 kg N/m³, así como al resto de los tratamientos.

Cuadro 22. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca del vástago (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacia	0.14 (0.80)	DE	0.03 (0.73)	DE	0.00 (0.71)	E
Aserrín de pino	0.21 (0.84)	CDE	0.24 (0.86)	CDE	0.24 (0.86)	BC
Corteza de pino	0.49 (1.00)	C	2.66 (1.66)	A	1.32 (1.35)	B
Estiércol de bovino	0.13 (0.79)	DE	0.00 (0.71)	E	0.00 (0.71)	E
Pergamino de café	0.03 (0.73)	DE	0.03 (0.72)	DE	0.00 (0.71)	E
Pulpa de café	0.24 (0.86)	CDE	0.32 (0.91)	CD	0.29 (0.89)	CDE

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Biomasa seca promedio (g) de las raíces de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 52 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso seco de las raíces (g) de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustratos. La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 23 que sigue, y en él se observa la superioridad estadística evidente de la corteza de pino sobre el aserrín y la pulpa de café.

Cuadro 23. Efecto de los sustratos sobre la biomasa seca de raíz (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Peso seco de raíces †	Ámbito ‡
Corteza de pino	0.31 (0.90)	A
Aserrín de pino	0.11 (0.79)	BC
Pulpa de café	0.14 (0.80)	B
Hojas de acacia	0.05 (0.74)	BC
Estiércol de bovino	0.01 (0.72)	C
Pergamino de café	0.00 (0.71)	C

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Cermeño, (2017) encontró en su trabajo valores de 0,47 g de materia seca de las raíces a los 120 días, superiores a los reportados en este trabajo.

Biomasa seca promedio (g) de las plantas de pino Caribe.

En el cuadro 53 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el peso seco promedio (g) de plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para las variable sustratos y para el efecto de la interacción sustratos * nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro siguiente (24), y en él se observa, reiterativamente, la superioridad estadística de la corteza de pino sobre el resto de los sustratos bajo la dosis de 1 kg N/m³.

Cuadro 24. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre la biomasa seca (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacia	0.24 (0.86)	C DEF	0.03 (0.75)	EF	0.00 (0.71)	E
Aserrín de pino	0.44 (0.97)	CDE	0.31 (0.90)	CDEF	0.31 (0.90)	CDEF
Corteza de pino	0.70 (1.10)	C	2.70 (1.79)	A	1.60 (1.45)	B
Estiércol de bovino	0.15 (0.81)	DEF	0.00 (0.71)	F	0.00 (0.71)	F
Pergamino de café	0.04 (0.74)	EF	0.03 (0.73)	EF	0.00 (0.71)	F
Pulpa de café	0.36 (0.93)	CDEF	0.50 (1.00)	CD	0.43 (0.96)	CDE

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En este sentido Matos (2010) encontró en el vivero de Coloradito a los 150 días de edad las plántulas presentaron un peso de 1,02 g de materia seca total, lo que se evidencia claramente que el sustrato corteza de pino bajo las dosis de 1 y 2 kg N/m³, mostró valores superiores a los antes mencionados.

Índice de calidad de desarrollo (IQD)

En el cuadro 54 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existieron diferencias estadísticamente significativas para la variable sustrato.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 25 a continuación, y en él se observa, nuevamente, la superioridad evidente de la corteza de pino. Reyes (2005) en investigaciones de plántulas de pino encontró que el valor más alto se presentó en la mezcla con 20% de peatmoss + 80% de aserrín con una dosis de nitrógeno de 5 Kg.m^{-3} , obteniendo un valor de 0.13.

Cuadro 25. Efecto de los sustratos sobre el índice de calidad de desarrollo de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Índice de calidad de desarrollo†	Ámbito ‡
Corteza de pino	0.27 (0.88)	A
Aserrín de pino	0.03 (0.73)	B
Pulpa de café	0.03 (0.73)	B
Hojas de acacias	0.03 (0.73)	B
Estiércol de bovino	0.00 (0.71)	B
Pergamino de café	0.00 (0.71)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Las plantas producidas con este sustrato fueron las de mayor calidad en la etapa de vivero. Mientras que Oliet (2000) menciona que un aumento en este índice representa plantas de mejor calidad, lo cual implica que por una parte el desarrollo de

la planta es grande, y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical están equilibradas.

CARACTERES FISIOLÓGICOS

Concentración de clorofila

Concentración de clorofila $\mu\text{g/ml}$ (a) presente en el tejido foliar de plantas de pino Caribe.

En el cuadro 55 del apéndice se muestra el análisis de varianza para la concentración de clorofila (a) presente en el tejido foliar de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existen diferencias estadísticamente significativas para la variable sustrato.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 26 que se muestra a continuación, y en él se observa que los mejores resultados se obtuvieron con el aserrín de pino, aunque sin diferencias significativas con la corteza de pino y con la pulpa de café. Estos resultados fueron muy superiores al resto de los sustratos.

Wiesman et al (1995), se produce una reducción en las reservas de carbohidratos durante el desarrollo de raíces, originando esto que los contenidos de clorofila y la tasa fotosintética disminuyan.

Cuadro 26. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de clorofila (a) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Concentración de Clorofila a †	Ámbito ‡
Aserrín de pino	515.23 (22.71)	A
Pulpa de café	378.27 (19.46)	A
Corteza de pino	303.44 (17.43)	A
Hojas de acacias	72.21 (8.53)	B
Pergamino de café	12.79 (3.65)	C
Estiércol de bovino	7.45 (2.82)	BC

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Rodríguez y Ramírez (1987) reportan que la difusión del oxígeno en el suelo es considerado el proceso físico más importante en la suplencia de oxígeno a la rizósfera y que en condiciones normales, esta difusión en la interfase líquida-gaseosa es baja; cuando la fase líquida predomina sobre la gaseosa, la difusión es aún más baja y que cuando por alguna circunstancia los niveles de dicho elemento en el suelo son deprimidos, la actividad respiratoria y metabólica de las plantas son inhibidas afectando todos los procesos vitales que determinan su desarrollo y crecimiento.

Concentración de clorofila $\mu\text{g/ml}$ (b) presente en el tejido foliar de plantas de pino Caribe

En el cuadro 56 del apéndice, se muestra el análisis de varianza para la concentración de clorofila (b) presente en el tejido foliar de las plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existen diferencias estadísticamente significativas para las variables: sustratos y dosis de nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a éstas variables se encuentra reflejada en los cuadros 27 y 28 a continuación, y en el primero de ellos se observa el efecto de los sustratos sobre el % de clorofila (b) presente en el tejido foliar de las plantas de pino Caribe: los mejores resultados se obtuvieron con el aserrín de pino, pero sin diferencias significativas con la corteza de pino y con la pulpa de café, siendo estos tres muy superiores al resto de los tratamientos.

El cuadro 28 revela que para el efecto de las dosis de nitrógeno sobre este parámetro los mejores resultados se obtuvieron con la dosis 0 kg N.m⁻³, aunque sin diferencias significativas con la dosis de 1 kg N.m⁻³, y este a su vez con la dosis de 2 kg N.m⁻³.

Cuadro 27. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de clorofila (b) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Concentración de clorofila (b) †	Ámbito ‡
Corteza de pino	1519.33 (38.99)	A
Aserrín de pino	1724.57 (41.53)	A
Pulpa de café	1663.16 (40.79)	A
Hojas de acacias	234.42 (15.33)	B
Estiércol de bovino	55.39 (7.48)	B
Pergamino de café	60.17 (7.79)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En este sentido, Wu et al (2008), mencionan que el contenido de clorofila en las hojas es un indicador confiable de la actividad fotosintética, de las mutaciones, del grado de estrés y del estado nutricional en la agricultura

Cuadro 28. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de clorofila (b) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)	Porcentaje de clorofila b †	Ámbito ‡
0	918.14 (30.31)	A
1	634.69 (25.20)	AB
2	417.33 (20.44)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 1,440). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

En esta misma línea, Daughtry *et al*, (2000), plantean que debido a que la mayoría del nitrógeno foliar está contenido en las moléculas de clorofila, y que la concentración de clorofila en las hojas es un índice de su contenido de nitrógeno; por tanto, la información relacionada con la variación en el contenido de clorofila en plantas es importante porque esto nos proporciona información en cuanto a nivel de actividad fotosintética.

Porcentaje de lavado de electrolitos en plantas de pino Caribe.

En el cuadro 57 del apéndice se muestra el análisis de Varianza para el % de lavado de electrolitos en plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existen diferencias estadísticamente significativas para la variable sustrato.

La prueba de promedios aplicada a ésta variable se encuentra reflejada en el cuadro 29, donde se observa que el aserrín de pino mostró los mejores resultados aunque sin diferencias significativas con la corteza de pino y con la pulpa de café, aunque sí muy superiores al resto de los tratamientos

Cuadro 29. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de lavado de electrolitos de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Porcentaje de lavado de electrolitos †	Ámbito ‡
Corteza de pino	30.43 (5.56)	A
Aserrín de pino	31.33 (5.64)	A
Pulpa de café	31.19 (5.63)	A
Hojas de acacias	6.41 (2.63)	B
Estiércol de bovino	1.51 (1.42)	B
Pergamino de café	1.42 (1.39)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

PROPIEDADES AGRONOMICAS DE LOS SUSTRATOS

Porcentaje de calidad adobe en plantas de Pino Caribe.

En el cuadro 58 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de calidad adobe en plantas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existen diferencias estadísticamente significativas para las variables: sustratos y dosis de nitrógeno. La prueba de promedios aplicada a la primera de ellas se encuentra reflejada en el cuadro 30 que sigue a continuación, y en él se observa que la corteza de pino supera estadísticamente al aserrín de pino y este a su vez a la pulpa de café. En el cuadro 31 que se presenta con posterioridad se revela que la mejor dosis (estadísticamente superior) de N para este parámetro fue la de 0 kg N.m^{-3}

Cuadro 30. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de calidad del adobe de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Porcentaje de calidad del adobe†	Ámbito ‡
Corteza de pino	3.19 (1.92)	A
Aserrín de pino	2.14 (1.63)	B
Pulpa de café	0.99 (1.22)	C
Hojas de acacia	0.66 (1.08)	CD
Estiércol de bovino	0.43 (0.97)	DE
Pergamino de café	0.13 (0.80)	E

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Cuadro 31. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de calidad del adobe de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Dosis de nitrógeno (kg m^{-3})	Porcentaje de calidad adobe †	Ámbito ‡
0	1.57 (1.44)	A
1	0.94 (1.20)	B
2	0.86 (1.16)	B

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 1,440). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Porcentaje trasplantable de plantas de Pino Caribe.

En el cuadro 59 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de plantas trasplantadas de pino Caribe en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que existieron diferencias estadísticamente significativas para las variables: sustratos, dosis de N y para la interacción sustratos * nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a ésta última se encuentra reflejada en el cuadro 32 que se muestra a continuación, y en él se observa que los mejores resultados se obtuvieron bajo cualquier dosis de nitrógeno con la corteza de pino, el aserrín de pino y la pulpa de café, y bajo la dosis 0 kg N.m⁻³ para el estiércol y las hojas de acacia, superando estadísticamente al resto de los tratamientos.

Cuadro 32. Efecto de la interacción sustrato x dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de plantas trasplantables de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)					
	0		1		2	
Hojas de acacias	56.67 (7.69)	AB	8.72 (3.04)	CD	28.28 (5.37)	BC
Aserrín de pino	99.90 (10.02)	A	99.90(10.02)	A	99.90(10.02)	A
Corteza de pino	99.90 (10.02)	A	99.90(10.02)	A	99.90(10.02)	A
Estiércol bovino	99.90(10.02)	A	0.00 (0.71)	D	28.28 (5.37)	BC
Pergamino de café	8.73 (3.04)	CD	8.73 (3.04)	CD	0.00 (0.71)	D
Pulpa de café	99.90 (10.02)	A	99.90(10.02)	A	99.90(10.02)	A

† Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

‡ Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Porcentaje de rendimiento de plantas de Pino Caribe

En el cuadro 60 del apéndice se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe a los 120 días en condiciones de vivero. El análisis de varianza refleja que solo existen diferencias significativas para las variables: sustratos y dosis de nitrógeno.

La prueba de promedios aplicada a la primera de éstas se encuentra reflejada en el cuadro 33 y en él se observa la superioridad estadística de la corteza de pino sobre

el aserrín del mismo, y de este sobre la pulpa de café; en tanto que en el cuadro 34 se observa que la mejor dosis para este parámetro es de 0 kg N.m⁻³.

Cuadro 33. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Sustrato	Porcentaje de rendimiento de plantas de pino [†]	Ámbito [‡]
Corteza de pino	63.63 (8.01)	A
Aserrín de pino	41.47 (6.48)	B
Pulpa de café	20.02 (4.53)	C
Hojas de acacia	9.71 (3.20)	D
Estiércol de bovino	6.36 (2.62)	D
Pergamino de café	1.31 (1.35)	E

[†] Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

[‡] Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,841). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Cuadro 34. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas.

Dosis de nitrógeno (kg.m ⁻³)	Porcentaje de rendimiento de plantas de pino [†]	Ámbito [‡]
0	22.25 (5.36)	A
1	14.67 (3.90)	B
2	14.19 (3.83)	B

[†] Valores entre paréntesis representan los datos transformados mediante $X' = \sqrt{X+0,5}$ a los cuales se le aplicó el análisis de varianza y la prueba de la MDS.

[‡] Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 1,440). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

1. El mejor comportamiento con respecto al efecto de los sustratos sobre el porcentaje de germinación de semillas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) a los 15 días después de la siembra se obtuvo con el aserrín de pino y la corteza de pino. El promedio de germinación general fue de 32,22% y $cv = 27,47 \%$.
2. El peor comportamiento en cuanto al efecto de los sustratos sobre el porcentaje (%) de plantas perdidas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero se obtuvo con el pergamino de café, igualmente este sustrato manifestó un comportamiento similar de plantas perdidas al aplicarle una dosis de nitrógeno de 2 kg.m^{-3} . El promedio de plantas perdidas general fue de 42,93 % y $cv= 37,94\%$.
3. En cuanto al efecto de los sustratos sobre el porcentaje de plantas cosechadas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero, el mejor comportamiento se obtuvo con el aserrín de pino 2,64% y la corteza de pino 1,66%. Con el resto de los sustratos se obtuvieron resultados estadísticamente equivalentes entre sí.
4. El mejor efecto con respecto a las dosis de nitrógeno sobre el porcentaje de plantas cosechadas se obtuvo con el aserrín de pino a una dosis de 0 kg.m^{-3} . El promedio de plantas cosechadas general fue de 1,31 %
5. Para los parámetros altura de la planta, diámetro del tallo, número de acículas, longitud de la raíz, volumen de la raíz y diámetro de la radícula los sustratos que manifestaron un mejor comportamiento en cualquiera de las dosis fueron aserrín de pino, corteza de pino y pulpa de café. Sin embargo, hay que destacar, que el sustrato corteza de pino fue el que reflejó un mayor resultado para altura de la planta (15.28 cms) en dosis 1 kg.m^{-3} .

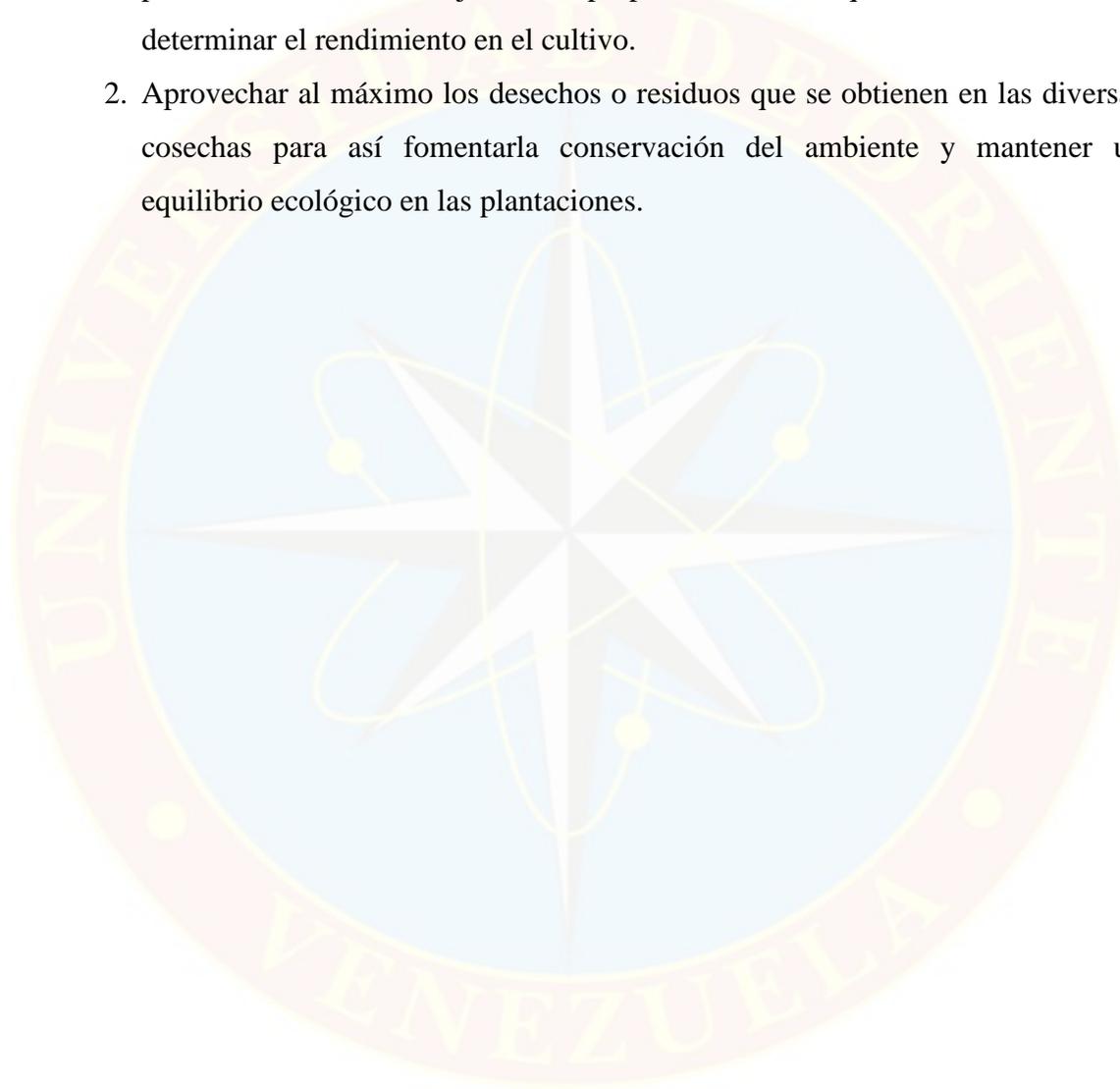
6. El peor comportamiento con respecto al efecto de las dosis de nitrógeno en la altura de plantas de pino Caribe se obtuvo con el sustrato pergamino de café (0.63 cms) a una dosis de 1 kg.m^{-3} .
7. Con respecto a la biomasa fresca aérea de tallos, hojas, vástago y plántulas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) los sustratos que manifestaron un mejor comportamiento bajo cualquiera de las dosis de nitrógeno fueron aserrín de pino, corteza de pino y pulpa de café. Siendo la corteza de pino el de mejor comportamiento general. El promedio general para la biomasa fresca total evaluada fue 2.46 g.
8. Con respecto a la biomasa seca aérea de tallos, hojas, vástagos, raíces y plántulas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) el sustrato que manifestó un mejor comportamiento en dosis 0, 1 y 2 de nitrógeno fue la corteza de pino en todos los órganos vegetativos evaluados. El peor comportamiento lo reflejo el pergamino de café con promedio general de germinación de 0.29 g.
9. El sustrato que reflejo un mayor índice de calidad de desarrollo fue la corteza de pino. Los demás sustratos arrojaron resultados estadísticamente equivalentes entre sí. El promedio de IQD fue de 0,27 % y $cv= 13,52\%$.
10. Para los caracteres fisiológicos clorofila (a) y (b) y carotenoides los sustratos que reflejaron un mayor efecto fueron corteza de pino, aserrín de pino y pulpa de café. En cuanto al efecto de las dosis de nitrógeno sobre el % de clorofila (b) los resultados que se obtuvieron fueron estadísticamente equivalentes entre sí.
11. En cuanto al efecto de los sustratos sobre el % de lavado de electrolitos en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) el mejor comportamiento se obtuvo con la corteza de pino, aserrín de pino y pulpa de café en condiciones de vivero. El sustrato aserrín de pino reflejo el mayor % de lavado de electrolitos con 31.33%.
12. Con respecto a las propiedades agronómicas de los sustratos sobre la calidad del adobe (%), el porcentaje de plantas trasplantables y el % de rendimiento, los

mejores resultados lo reflejaron la corteza de pino, el aserrín de pino y la pulpa de café. El efecto de las dosis de nitrógeno en cualquiera de sus dosis no fue significativo. El porcentaje de plantas trasplantables fue de 99.9% y $cv=38,54\%$.

13. Con respecto a las propiedades físicas de los sustratos los mejores valores de pH (5-7) se obtuvieron en los sustratos pulpa de café, corteza de pino, hojas de acacias y estiércol bovino. En el estudio de la conductividad eléctrica los mejores resultados se obtuvieron con los sustratos estiércol bovino y pulpa de café, y en cuanto a la C.I.C todos los sustratos arrojaron valores similares entre si, sin embargo, las hojas de acacias y el estiércol bovino fueron los sustratos que se destacaron sobre los demás.
14. En cuanto al estudio del porcentaje de materia orgánica (%) y el porcentaje de nitrógeno (%) los sustratos pergamino de café, corteza de pino y estiércol de bovino fueron los que reflejaron las mayores concentraciones.
15. Los sustratos que reflejaron una mayor capacidad de retención de humedad fueron hojas de acacias, corteza de pino y pergamino de café.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar otros tipos de sustratos como estiércol de gallina (gallinaza) o de cerdo para determinar si mejora las propiedades físico-químico del medio y determinar el rendimiento en el cultivo.
2. Aprovechar al máximo los desechos o residuos que se obtienen en las diversas cosechas para así fomentarla conservación del ambiente y mantener un equilibrio ecológico en las plantaciones.



BIBLIOGRAFIA

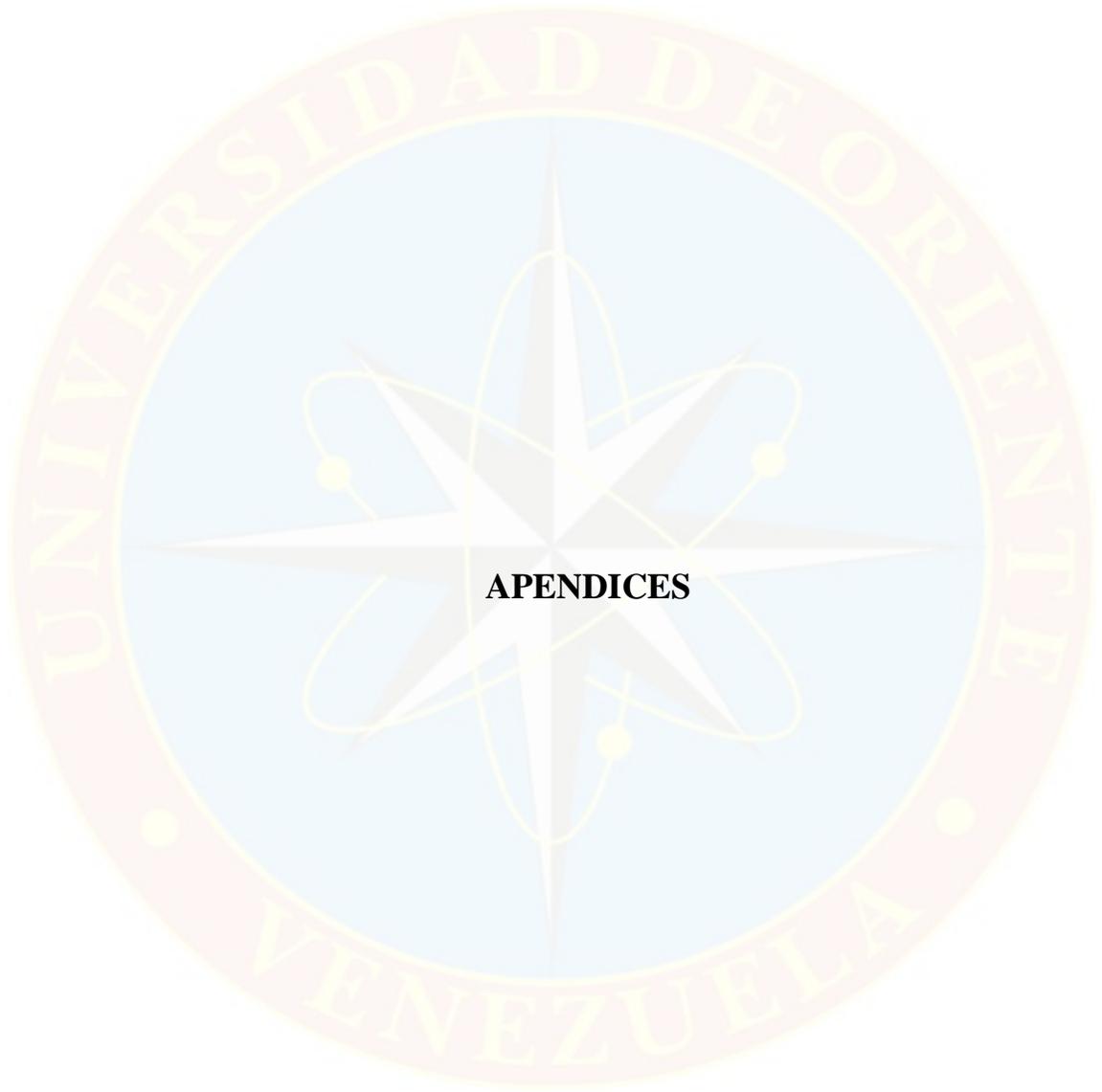
- ABAD M, P F Martínez, M D Martínez, J Martínez. 1993. **Evaluación Agronómica de los sustratos de cultivo.** Actas Hort. 11:141-154.
- ABAD, M. Y NOGUERA P. 2005. **Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación.** pp. 287-342. En: Cadahía, C. (ed.). Cultivos hortícolas y ornamentales. 2da. ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- ACOSTA J. (1985). **Pinus caribaea var. Hondurensis.** Publicado en: Caribe an Forester 24(2): 68. 1963.
- ALVARADO, M. y SOLANO, J. (2002). **Producción de sustratos para viveros.** VIFINEX. Costa Rica.
- BAIXAULI, C. y AGUILAR, J. (2002). **Cultivo sin suelos: Aspectos prácticos y experiencias.**
- BARRETT G. (1962). **Pinus caribaea var. Hondurensis.** Publicado en: Caribbean Forester 23(2): 65. 1962.
- BEGA, R. y HENDERSON, F. (1962). **Pinus caribaea Morelet Pino caribeño Pinaceae Familia de los pinos.** [Documento en línea], Disponible: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/Pinuscaribaea%20\(2\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/Pinuscaribaea%20(2).pdf). [Consultado 20-11-2015].
- BLANDÓN AVILÉS, J. L. (2008). **Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización.** Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
- BURÉS, S. 1997. **Sustratos.** Madrid, España. Ediciones Agrotécnicas S. L. 342 p.

- CASANOVA O. (1991): **Uso e recursos nativos de fósforo en cultivos de importancia en Venezuela.** Revista de la Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. Venezuela.
- CERMEÑO. G (2017). **Efecto de los sustratos (aserrín-corteza de pino-cachaza de caña de azúcar) sobre la producción de plántulas de pino caribe (*pinus caribae* var. *hondurensis*) en condición de vivero.** Trabajo de grado, título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela
- CRUZ-CRESPO, H.; A CAN-CHULIM, M SANDOVAL-VILLA, R BUGARÍN-MONTOYA, A ROBLES-BERMÚDEZ y P JUÁREZ-LÓPEZ. (2013). **Sustratos en la horticultura.** Revista Bio Ciencias 2 (2): 17-26.
- DAUGHTRY, C.S.T., WALTHALL, C.L., KIM, M.S., BROWN DE COLSTOUN, E. Y MCMURTREY III, J.E. (2000). **Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance.** Remote Sens. Environ 74:229-239.
- GREZ, R. Y GERDIN V. 1995. **Viveros forestales: Cultivo de brinzales forestales en envase. Sustrato o medio de cultivo.** Mundi-prensa. España. pp 126-143.
- HARTMANN, H., D. KESTER and T. DAVIES. (1993). **Plant propagation. Principles and Practices.** Prentice-Hall. New Delhi.
- JARAMILLO, G. Y ZAPATA, L. (2008) Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia (Monografía de Especialista). Medellín: Postgrado de Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia;
- Keller, T.H. 1967. **The influence of fertilization on gaseous exchange of forest tree species.** Pp. 69 In: Colloquium of Forest Tree Species. Proceedings of the 5th colloquium of the International Potash Institute. J. y Waskyla, Finland

- KHAN, M. and I. UNGAR. (1984). **The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd.** American Journal of Botany. USA.
- KRAMER, P. (1974). **Relaciones hídricas de suelos y plantas.** Edutex S.A. México.
- LANTZ, CLARK W. (1983). ***Pinus caribaea* cone maturation in Puerto Rico.** En: Proceedings of the 17th Southern forest tree improvement conference.
- LICHTENTHALER, H. K. and A. R. WELLBURN. (1983). **Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents.** Biochemical Society Transactions. USA.
- LUTTS, S., J. M. KINET and J. BOUHARMONT. (1996). **NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance.** Ann Bot. USA.
- MADELEÑA, (1992). **Proyecto de Diseminación del Cultivo de Árboles de Uso Múltiple en América Central y Panamá. *Acacia mangium* Willd. Especie de Árbol de Uso Múltiple en América Central.** CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- MATA, L. 2013. **Efecto de fungicidas en el control de la costra microbiótica en plántulas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) producidas en tubetes en la empresa maderas del Orinoco.** Trabajo de grado, título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.
- MATOS, Y. 2010. **Determinación del índice de calidad de plántulas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, producidas en los viveros de la empresa PROFORCA.** Trabajo de grado, título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Venezuela
- MONTERO, J. 2003. **Viveros forestales: Cultivo de brinzales forestales en envase. Sustrato o medio de cultivo.** Mundi-prensa. España. pp 126-143.

- MORENO, R. 1970. **Clasificación tentativa del pH del suelo y de aguas agrícolas.** INIA. México. 5 p.
- MUÑOZ, H., SÁENZ, J., CORIA, V., GARCÍA, J., HERNANDEZ J. Y MANZANILLA G. 2014. **Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán.** *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.6 (27): 72-89.
- OLIET, J. 2000. **La calidad de la postura forestal en vivero.** Escuela Técnica Superior de ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba. España. 93 p.
- PICÓN, R. 2013. *Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. En los municipios de Esquipulas y Chiquimula.* Departamento de Chiquimula, Guatemala. 2011. [documento en línea]. Disponible en: http://cunori.edu.gt/descargas/TESIS_RIGOBERTO_PICN.pdf[Fecha de consulta: 19 de mayo del 2015.]
- PIRE, R. y PEREIRA, A. (2003). **Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado de Lara, Venezuela.** Propuesta metodológica. Bioagro.
- PINO, A. del.; C. REPETTO, C. MORI y C. PERDOMO. (2008). **Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo.** Terra Latinoamericana.
- PROCTOR, J. et al (1967). **Efecto de la fertilización con roca fosfórica y bórax en el crecimiento de plantaciones de pinus caribaea var. Hondurensis en el oriente de Venezuela.**
- REFOCOSTA. (2006). **Informe interno: refocosta análisis.** Villanueva, Casanare, marzo 2006. Ensayos de germinación.
- REYES, R. 2005. **Prácticas culturales para mejorar la calidad de plantas de *Pinus patula* y *P. Pseudostrobus* var. *Apulcensis* en vivero.** Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados, Montecillos, México. 95 p.

- RIVAS, A. (2004). **Proyecto de establecimiento de plantaciones forestales comerciales en los departamentos de Chinandega y Matagalpa, Nicaragua.**Informe consultoría anexo 3.
- ROJAS F, Y ORTIZ E. (2000). **Especie de árbol de uso múltiple en américa central.** CATIE. Edición 8. Serie técnica informe No.175.
- RUANO, M. 2003. **Viveros forestales: Cultivo de brinzales forestales en envase. Sustrato o medio de cultivo.** Mundi-prensa. España. pp 126-143.
- SALAZAR-SOSA, E.; H. I. TREJO-ESCAREÑO, J. G. LÓPEZ-MARTÍNEZ, C. VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, J. S. SERRATO-CORONA, I. ORONA-CASTILLO y J. P. FLORES-MÁRGEZ (2010). **Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo.** Terra Latinoamericana.
- SÁENZ, J., VILLASEÑOR, F., MUÑOZ, H., SÁNCHEZ, H. Y PRIETO, J. **2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán.** Folleto técnico No. 17
- WU, C., NIU, Z., TANG, Q. Y WANG, W. (2008). **Estimating chlorophyll content from hyperspectral vegetation indices: Modeling and validation.** Agricultural and Forest Meteorology 148:1230-124
- ZINCK, D (1970). **Caracterización de la poda, densidad y evaluación de pino caribe.** IGAC, Caracas Distrito Capital, Venezuela, pp. 12-98.



APENDICES

Cuadro 35. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) a los 15 días después de la siembra en condiciones de vivero en el estado Monagas

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	7.936	2.6455	2.51	0.0689 ns
SUSTRATO	5	135.471	27.0941	25.73	0.0000*
NITROGENO	2	4.132	2.0672	1.96	0.1509 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	4.338	0.4318	0.41	0.9356 ns
ERROR	51	53.704	1.0530		
TOTAL	71	205.563			

$C_v = 27.47\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 36. Análisis de varianza para el porcentaje (%) de plantas perdidas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en Maturín, estado Monagas

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	8.00	2.667	0.43	0.7311 ns
SUSTRATO	5	655.17	131.033	21.22	0.0000*
NITROGENO	2	35.06	17.531	2.84	0.0678 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	68.09	6.809	1.10	0.3782 ns
ERROR	51	314.92	6.175		
TOTAL	71	1081.24			

$C_v = 37.94\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 37. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas cosechadas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.3165	0.10549	1.76	0.1668 ns
SUSTRATO	5	9.0369	1.80737	30.14	0.0000*
NITROGENO	2	1.2004	0.60020	10.01	0.002 *
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.8396	0.08396	1.40	0.2072 ns
ERROR	51	3.0585	0.05997		
TOTAL	71	14.4518			

$C_v = 20.95\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 38. Análisis de varianza para la altura de las plantas (cm) de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	2.401	0.8002	1.81	0.1575 ns
SUSTRATO	5	71.853	14.3106	32.46	0.0000*
NITROGENO	2	3.660	1.8301	4.13	0.0217 *
SUSTRATO*NITROGENO	10	8.623	0.8623	1.95	0.0596 *
ERROR	51	53.704	1.0530		
TOTAL	71	205.563			

$C_v = 30.92\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 39. Análisis de varianza para el diámetro del tallo (mm) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.1247	0.04156	1.21	0.3165ns
SUSTRATO	5	7.0587	1.41175	41.00	0.0000*
NITROGENO	2	0.2015	0.10075	2.93	0.0626 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.8902	0.08902	2.59	0.0129 *
ERROR	51	1.7559	0.03443		
TOTAL	71	10.0310			

Cv =16.27%.*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 40. Análisis de varianza para el número de acículas plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	7.936	2.6455	2.51	0.0689 ns
SUSTRATO	5	135.471	27.0941	25.73	0.0000*
NITROGENO	2	4.132	2.0672	1.96	0.1509 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	4.338	0.4318	0.41	0.9356 ns
ERROR	51	53.704	1.0530		
TOTAL	71	205.563			

Cv =50.67%.*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 41. Análisis de varianza para la longitud de la raíz (cm) en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	2.761	0.9203	1.23	0.3096ns
SUSTRATO	5	129.882	25.9764	34.62	0.0000*
NITROGENO	2	8.855	4.4273	5.90	0.0050*
SUSTRATO*NITROGENO	10	22.248	2.2248	2.97	0.0051*
ERROR	51	38.263	0.7503		
TOTAL	71	202.008			

$Cv = 33.27\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Prueba de la Mínima Diferencia Significativa (MDS = 0,945).

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Cuadro 42. Análisis de varianza para el diámetro de la raíz de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) condiciones de vivero en el estado Monagas

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.16425	0.05475	3.38	0.0252*
SUSTRATO	5	2.07918	0.41584	25.66	0.0000*
NITROGENO	2	0.08523	0.04261	2.63	0.818 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.38831	0.03883	2.40	0.0203*
ERROR	51	0.82633	0.01620		
TOTAL	71	3.54329			

$Cv = 13.17\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 43. Análisis de varianza para el volumen de la raíz (ml) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.03047	0.01016	1.63	0.1947 ns
SUSTRATO	5	0.84213	0.16843	26.97	0.0000*
NITROGENO	2	0.00363	0.00182	0.29	0.7488 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.15663	0.01566	2.51	0.0155*
ERROR	51	0.31848	0.00624		
TOTAL	71	1.35135			

$C_v = 9.61\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 44. Análisis de varianza para biomasa fresca de las hojas (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.01688	0.00563	0.17	0.9134 ns
SUSTRATO	5	4.24598	0.84920	26.29	0.0000*
NITROGENO	2	0.02253	0.01127	0.35	0.7072 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.93645	0.09364	2.90	0.0060*
ERROR	51	1.64754	0.03230		
TOTAL	71	6.86939			

$C_v = 18.75\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 45. Análisis de varianza para la biomasa fresca del tallo (g) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.0640	0.02135	0.18	0.9077 ns
SUSTRATO	5	4.2146	0.84292	7.21	0.0000*
NITROGENO	2	0.0650	0.03248	0.28	0.7585 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	1.6104	0.16104	1.38	0.2173 ns
ERROR	51	5.9612	0.11689		
TOTAL	71	11.9152			

$C_v = 35.07\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 46. Análisis de varianza para la biomasa fresca de vástago (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.0385	0.01282	0.08	0.9683 ns
SUSTRATO	5	11.4947	2.29895	15.10	0.0000*
NITROGENO	2	0.0464	0.02322	0.15	0.8589 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	2.8695	0.28695	1.89	0.0691ns
ERROR	51	7.7626	0.15221		
TOTAL	71	22.2118			

$C_v = 33.94\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 47. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la raíz (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.01192	0.00397	0.74	0.5331 ns
SUSTRATO	5	0.48226	0.09645	11.97	0.0000*
NITROGENO	2	0.01110	0.00555	1.03	0.3628 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.11288	0.01129	2.10	0.0412*
ERROR	51	0.27371	0.00537		
TOTAL	71	0.89187			

$C_v = 15.81\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 48. Análisis de varianza para la biomasa fresca de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.0438	0.01461	0.09	0.9656ns
SUSTRATO	5	13.5236	2.70473	16.55	0.0000*
NITROGENO	2	0.0602	0.03011	0.18	0.8323 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	3.1072	0.31072	1.90	0.0666 ns
ERROR	51	8.3367	0.16346		
TOTAL	71	25.0716			

$C_v = 15.81\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 49. Análisis de varianza para la biomasa seca de hojas (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *Hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.06345	0.02115	1.18	0.3259 ns
SUSTRATO	5	2.44703	0.48941	25.35	0.0000*
NITROGENO	2	0.10270	0.05135	2.87	0.0659 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.64798	0.06480	3.62	0.0011*
ERROR	51	0.91270	0.01790		
TOTAL	71	4.17386			

CV =15.81%.

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 50. Análisis de varianza para la biomasa seca del tallo (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.00993	0.00331	2.77	0.0508 *
SUSTRATO	5	0.17556	0.03511	29.43	0.0000*
NITROGENO	2	0.00257	0.00128	1.08	0.3483 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.04026	0.00403	3.37	0.0019*
ERROR	51	0.06085	0.00119		
TOTAL	71	0.28917			

CV =4.59%.

*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 51. Análisis de varianza para la biomasa seca del vástago de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.08646	0.02882	1.61	0.1978 ns
SUSTRATO	5	3.27109	0.65422	36.62	0.0000*
NITROGENO	2	0.11254	0.05627	3.15	0.0513 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.82116	0.08212	4.60	0.0001*
ERROR	51	0.91122	0.01787		
TOTAL	71	5.20247			

$C_v = 15.20\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 52. Análisis de varianza para la biomasa seca de la raíz (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.01640	0.00547	0.62	0.6084 ns
SUSTRATO	5	0.30651	0.06130	6.90	0.0001*
NITROGENO	2	0.00813	0.00407	0.46	0.6355 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.07282	0.00728	0.82	0.6119 ns
ERROR	51	0.45342	0.00889		
TOTAL	71	0.85729			

$C_v = 12.15\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 53. Análisis de varianza para la biomasa seca (gr) de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.06965	0.02322	0.79	0.5035 ns
SUSTRATO	5	4.42786	0.88557	30.25	0.0000*
NITROGENO	2	0.08869	0.04434	1.51	0.2296 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.97013	0.09701	3.31	0.0022*
ERROR	51	1.49320	0.02928		
TOTAL	71	7.04953			

$C_v = 18.44\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 54. Análisis de varianza para porcentaje de índice de calidad de desarrollo en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.01141	0.00380	0.37	0.7733ns
SUSTRATO	5	0.24558	0.04912	4.81	0.0011*
NITROGENO	2	0.01395	0.00698	0.68	0.5097ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.11326	0.01133	1.11	0.3740 ns
ERROR	51	0.52104	0.01022		
TOTAL	71	0.90524			

$C_v = 13.52\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 55. Análisis de varianza para el porcentaje de clorofila (a) en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	242.74	80.913	1.79	0.1608 ns
SUSTRATO	5	4379.35	875.870	19.38	0.0000*
NITROGENO	2	112.35	56.174	1.24	0.2972 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	800.56	80.056	1.77	0.0902 ns
ERROR	51	2305.45	45.205		
TOTAL	71	7840.45			

$C_v = 54.08\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 56. Análisis de varianza para el porcentaje de clorofila (b) en plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	1375.2	458.39	3.07	0.0360*
SUSTRATO	5	16973.5	3394.71	22.72	0.0000*
NITROGENO	2	1168.4	584.19	3.91	0.0263*
SUSTRATO*NITROGENO	10	1629.5	162.95	1.09	0.3870 ns
ERROR	51	7621.0	149.43		
TOTAL	71	28767.6			

$C_v = 48.28\%$. *= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 57. Análisis de varianza para el porcentaje de lavado de electrolitos de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	18.343	6.1144	1.98	0.1287 ns
SUSTRATO	5	271.954	54.3908	17.61	0.0000*
NITROGENO	2	11.556	5.7778	1.87	0.1644 ns
SUSTRATO*NITROGENO	10	50.314	5.0314	1.63	0.1249 ns
ERROR	51	157.511	3.0884		
TOTAL	71	509.677			

$C_v = 47.36\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 58. Análisis de varianza para el porcentaje de calidad adobe de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	0.3021	0.10071	1.67	0.1848 ns
SUSTRATO	5	10.8857	2.17713	36.13	0.0000*
NITROGENO	2	1.0804	0.54020	8.97	0.0005*
SUSTRATO*NITROGENO	10	0.7243	0.07243	1.20	0.3120 ns
ERROR	51	3.0729	0.06025		
TOTAL	71	16.0653			

$C_v = 19.37\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 59. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas trasplantadas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	43.34	14.446	1.89	0.1432 ns
SUSTRATO	5	659.70	131.940	17.25	0.0000*
NITROGENO	2	67.41	33.707	4.41	0.0172*
SUSTRATO*NITROGENO	10	163.72	16.372	2.14	0.0377*
ERROR	51	390.04	7.648		
TOTAL	71	1324.22			

$C_v = 38.54\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

Cuadro 60. Análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento de plantas de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) a los 120 días en condiciones de vivero en el estado Monagas.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	P
BLOQUES	3	11.137	3.7124	1.67	0.1844 ns
SUSTRATO	5	375.475	75.0950	33.84	0.0000*
NITROGENO	2	35.938	17.9688	8.10	0.0009*
SUSTRATO*NITROGENO	10	29.349	2.9349	1.32	0.2441 ns
ERROR	51	113.177	2.2191		
TOTAL	71	565.075			

$C_v = 38.54\%$. * = significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

HOJAS METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

Título	EFEECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOSIS DE NITRÓGENO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PINO CARIBE (<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>), EN CONDICIONES DE VÍVERO EN EL MUNICIPIO MATURÍN, ESTADO MONAGAS
---------------	---

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Hernández, Ana Belén.	CVLAC	C.I. 23.754.558
	e-mail	Hernandezana0176@gmail.com
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

Pino Caribe.
Tipos de sustratos
Dosis de Nitrogeno

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y ciencias aplicadas	Ingeniería Agronómica

Resumen (Abstract):

Entre los meses de Febrero y Junio de 2016, se realizó la siguiente investigación, en condiciones de vivero, en la parroquia San Simón, Municipio Maturín, Estado Monagas. Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y tipos de sustratos sobre la germinación de semillas de Pino Caribe (*Pinus caribaea* var. hondurensis), y del comportamiento de las plántulas a nivel de vivero. Se emplearon como sustratos: aserrín de pino, corteza de pino, pulpa de café, pergamino de café, hojas de acacias y estiércol de bovino; los cuales previamente fueron sometidos a análisis físicos, químicos y agronómicos. A cada sustrato se le determinó: pH, CE, P, %MO, %N, CIC, así como porosidad de aireación, porosidad total, retención de agua, densidad aparente, contenido de clorofila (a) y (b), lavado de electrolitos, calidad del adobe. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de suelos del Campus Los Guaritos de la Universidad De Oriente, Núcleo Monagas. Bajo las condiciones señaladas se estudiaron los efectos combinados de estos 6 sustratos con 3 dosis de nitrógeno (0, 1, 2 kg/m³) sobre el número de días a partir que emergen las plántulas (% de germinación), el crecimiento de las plántulas, la biomasa aérea fresca y seca de los órganos vegetativos de las plantas. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial de (18) tratamientos con cuatros (04) repeticiones para un total de 72 unidades experimentales. Las evaluaciones realizadas reflejaron que los mejores comportamientos en cuanto a la germinación, crecimiento de plántulas y caracteres fisiológicos se obtuvieron con los sustratos corteza de pino, aserrín de pino y pulpa de café. Mientras que para las propiedades físicas y químicas los mejores comportamientos se obtuvieron con los sustratos estiércol de bovino, corteza de pino, pergamino de café y hojas de acacias. El mejor efecto combinado de los 6 sustratos y las 3 dosis de nitrógeno se obtuvo con la corteza de pino, demostrando así su gran potencial en la producción de plántulas de Pino Caribe var. Hondurensis bajo condiciones de vivero.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Simosa, José A.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I: 4.608.289
	e-mail	jasimosam@gmail.com
	e-mail	
Mendez N. Jesus	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I: 8.203.513
	e-mail	mendeznatera@gmail.com
	e-mail	
Castellano, Hector	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I: 4.259.885
	e-mail	hcastellanos5457@hotmail.com
Vasquez, Marden	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I: 5.721.636
	e-mail	mardenv@gmail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2017	10	18

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Ana Belen Hernandez.docx

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2
3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo: Ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Tecnología y ciencias aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. **Abul K. Bashirullah**, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 05/08/09 HORA 5:30

Comunicación que hago, a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUNPELE
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 6/6

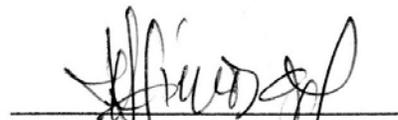
Derechos

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): “Los trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



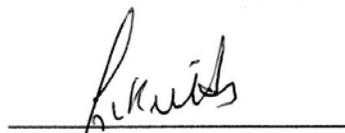
Hernández, Ana Belén

AUTOR



Simosa, José Alejandro

TUTOR



Méndez N., Jesús R

TUTOR