

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ROCA FOSFÓRICA Y GUANO DE ISLA INCUBADOS EN
UNA SOLUCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS, EN
LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE ALGARROBO
(*Prosopis sp.*), AYACUCHO, 2760 msnm”**

**Tesis para Obtener el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:
YASMANI MUNAYLLA ROJAS**

**AYACUCHO - PERÚ
2014**

esis
ig 1100
1un
5-1

**“ROCA FOSFÓRICA Y GUANO DE ISLA INCUBADAS EN UNA
SOLUCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE ALGARROBO (Prosopis sp.)
AYACUCHO, 2760 msnm”**

Recomendado : 07 de abril de 2014
Aprobado : 01 de octubre de 2014

M. Sc. MARILENI CERDA GÓMEZ
Presidente del Jurado

Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Miembro del Jurado

M. Sc. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado

Dra. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro del Jurado

Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Dedicatoria

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

Se necesita la misma capacidad analítica para escribir una tesis que para escoger las palabras adecuadas y agradecerle a aquellos que me han brindado el apoyo necesario para completar este ciclo de mi vida.

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias por la buena formación académica impartida. A mis asesores de tesis, Dr. Rómulo A. Solano Ramos y al MSc. Ing. Alex L. Tineo Bermúdez, por haber compartido su tiempo y su carácter para guiarme en este proceso. A mi familia: en especial a mis padres Adán y Teófila a mi hermano Ramiro; por haber estado junto a mí en cada momento de mi vida, por su preocupación, cariño infinito, por proveerme de todo lo necesario para ser una persona correcta en la sociedad. A ustedes les dedico este trabajo, producto de la perseverancia que sembraron en mí, en cada instante de mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice	iii
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I. REVISIÓN DE LITERATURA	04
1.1. Origen y Distribución Geográfica.	04
1.2. Importancia del Cultivo.	05
1.3. Clasificación Taxonómica.	07
1.4. Descripción Morfológica.	08
1.5. Hábito de Crecimiento.	10
1.6. Aspectos Climáticos, Edáficos Agro Ecológicos.	10
1.7. Fertilidad.	18
1.8. Papel de los Macronutrientes.	20
1.9. Materia Orgánica.	24
1.10. Manejo Agronómico.	32
1.11. Rendimiento.	37
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	39
2.1. Ubicación.	39
2.2. Materiales.	39
2.3. Características del Sustrato.	40
2.4. Análisis Químico del Guano de Isla.	40

2.5.	Análisis Químico de la Roca Fosfórica.	41
2.6.	Semillas de Algarrobo.	41
2.7.	Variables e Indicadores.	41
2.8.	Diseño Metodológico.	42
2.9.	Instalación y Conducción del Experimento.	44
2.10.	Variables Evaluados.	46
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		48
3.1.	Porcentaje de Emergencia.	48
3.2.	Altura de Plantones del Algarrobo.	51
3.3.	Diámetro de Tallo.	56
3.4.	Peso Seco Foliar de Plantones de Algarrobo.	60
3.5.	Peso Seco de la Raíz.	64
3.6.	Longitud de Raíz.	69
3.7.	Protección Vegetal.	72
3.8.	Lignificación.	72
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
4.1.	CONCLUSIONES.	74
4.2.	RECOMENDACIONES.	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		76
RESUMEN		79
ANEXO		80

INTRODUCCIÓN

El algarrobo es un árbol que brinda, desde tiempos ancestrales, muchos beneficios al hombre peruano, gracias a sus múltiples bondades como alimento, forraje, abono, madera, medicina y materia prima para el desarrollo de diversas actividades económico-productivas.

El algarrobo constituye una especie importante para el control de las dunas, la captación de nitrógeno del aire y su fijación en el suelo, así como la incorporación de materia orgánica a partir de la descomposición de sus hojas y ramas. En este contexto, es importante una reforestación masiva con esta especie; sin embargo se desconoce varios aspectos técnicos de la producción de plántones de calidad y en menor tiempo, por ejemplo el tipo de tratamiento para la germinación, tiempo de permanencia en el vivero y el plánton óptimo para campo definitivo.

En las últimas décadas se ha intensificado el uso de los abonos orgánicos para la producción de plántones forestales, uso en el abonamiento en la producción de café, cacao, quinua con tendencia a la certificación orgánica.

Asimismo el uso de los abonos orgánicos influye en la mejora de las características física, química y biológica del suelo. Entre los principales abonos orgánicos se tiene el Guano de Isla (GI) y la Roca Fosfórica (RF); sin embargo, el uso de estos abonos orgánicos no está bien definido debido a la composición nutricional adulterada (en el caso del GI) muy bajas (en el caso de la RF) en comparación con los fertilizantes sintéticos (N-P₂O₅-K₂O y micronutrientes). Por otro lado que los fertilizantes sintéticos encarecen los costos de producción y alteran las características físicas y causan la muerte de los microorganismos como bacterias, hongos y algas del suelo Brack y Mendiola, (2000).

En la búsqueda de una solución al problema planteado, muchos investigadores se han dedicado a investigar la forma de cómo reducir el uso de agroquímicos mediante la práctica de la agricultura orgánica donde se utilizan los residuos de cosecha y estiércoles como fertilizantes, plantas medicinales o repelentes como insecticidas y muchas otras alternativas que la naturaleza nos brinda los cuales debemos conocer y aprovechar.

El presente trabajo de investigación plantea una alternativa a nuestra agricultura que consiste en utilizar abonos orgánicos muy difundidos y arraigados culturalmente en nuestro país como son el guano de isla (GI) y la roca fosfórica (RF). Frente a los valores bajos en la composición nutricional de estos abonos se toma la variante de que estos fueron sometidos a un tiempo de 20 días de incubación en solución de microorganismos cuidadosamente seleccionados llamados Microorganismos Eficientes Naturales (MEN). Tecnología desarrollada en la

década de los setenta por el doctor Teruo Higa, profesor de la Facultad de Agricultura de la Universidad re Ryukyus en Okinawa, Japón.

El presente trabajo de investigación se utilizó el algarrobo, que mostrara cuál es el nivel de GI y RF, incubados en ME durante 20 días, que optimicen la producción de plantones, teniendo en consideración la alta capacidad de descomposición y mineralización de los MEN.

Por las consideraciones expuestas se planteó la ejecución del presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de niveles crecientes de GI, incubada en una solución de microorganismos, en la producción de plantones de algarrobo.
2. Determinar el efecto de niveles crecientes de RF, incubada en una solución de microorganismos, en la producción de plantones de algarrobo.
3. Determinar los niveles de GI y RF, incubadas en una solución de microorganismos, que optimicen la producción de plantones de algarrobo.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL ALGARROBO.

El algarrobo es nativa de Perú, Colombia y Ecuador. Crece en las partes más secas de estos países, a lo largo de la costa del Pacífico.

Según, Cieza de León, los algarrobos se encuentran en los valles y llanos de la costa peruana, así como en las quebradas de la sierra. Además indica que en la época incaica fue llamado "toqo", cuyo fruto lo utilizaban para preparar harina luego una especie de pan y una mazamorra llamada "yusipin". Los frutos y raíces eran secados como nosotros secamos los higos y pasas. La madera se empleó en la construcción de casas, tumbas y santuarios. En la cerámica mochica está representada esta especie junto a los venados.

Los ídolos precolombinos tallados de madera de algarrobo, que hallara el sabio Raymondi en el Perú, conducen a pensar que el algarrobo era conocido y utilizado desde los tiempos pre-históricos. El nombre algarrobo

fue aplicado por los españoles, que reconocieron en *Prosopis*, cualidades muy similares a las del "algarrobo europeo" *Ceratonia siliqua*.

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.

1.2.1. Importancia alimenticia

El algarrobo (*Prosopis pallida*) es un árbol multipropósito, denominado "rey del desierto", por los diversos beneficios directos e indirectos que proporciona. En el aspecto productivo sirve para la alimentación humana, de los frutos se obtiene algarrobina, champús, vinos, chicha, harina para panificación, chisitos, chupetín, dulces, saborizantes, edulcorantes, helados y mazamorra de algarroba.

Las flores constituyen un excelente recurso para la actividad apícola, para la producción de miel, jalea, polen y cera. El follaje o "puño" proveniente del proceso de defoliación, constituye un excelente forraje para el ganado ovino y caprino principalmente. Para la alimentación animal adulta, se recomienda moler la vaina y administrar las siguientes cantidades, como se muestra en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Cantidad de algarrobo en la alimentación de animales.

Vacuno	: 3 a 7 kg/día fraccionada en dos partes
Caprinos/ovinos	: 0,5 a 1,5 kg/día fraccionada en dos partes
Cerdos	: 0,4 a 3 kg mezclado con la ración
Aves y animales (cuy)	: 50g/día, complementando con otros alimentos

Cuadro 1.2. Composición centesimal de las semillas

Composición	<i>Prosopis sp</i>	
	\bar{x}	D.S
Humedad %	8.0	
Materia seca %	92.0	0.04
Proteínas %	38.25	1.21
Lípidos %	2.97	0.16
Fibra bruta %	8.44	0.09
Cenizas %	7.50	0.06
Hidratos de Carbono %	42.84	

Fuente: Trevisson 1992.

Cuadro 1.3. Composición centesimal del pericarpo

Composición	<i>Prosopis sp</i>	
	\bar{x}	D.S
Humedad%	10.76	
Materia seca %	89.24	2.84
Proteínas %	5.92	0.82
Lípidos %	0.57	0.008
Fibra Bruta %	11.59	1.29
Cenizas %	4.57	0.12
Hidratos de carbono %	77.37	

Fuente : Trevisson 1992.

Cuadro 1.4. Composición centesimal de los frutos

Composición	<i>Prosopis sp</i>	
	\bar{x}	D.S
Humedad%	10.07	
Materia seca %	89.93	0.04
Proteínas %	9.10	0.60
Lípidos %	2.35	0.19
Fibra Bruta %	10.92	1.05
Cenizas %	5.16	0.02
Hidratos de carbono %	72.47	

Fuente: Trevisson 1992.

Digestibilidad de frutos en ganado bovino de *Prosopis sp.*: $X = 72.68$; D.S. = 5.97
Trevisson (1992)

1.2.2. Importancia agronómica

El algarrobo constituye una excelente especie para control de dunas y contrarrestar la desertificación, fundamentalmente por su precocidad y resistencia a la sequía. Es un árbol pionero en la recuperación de la fertilidad de los suelos, por su directa influencia en la reducción de la erosión, degradación de los suelos, sedimentación; así como por su capacidad de fijación del nitrógeno del aire y la adición de materia orgánica, a partir de las hojas.

1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Ferreira (2007) y Aguirre (2004), señalan que el algarrobo pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	: Vegetal
DIVISION	: Fanerógamas
SUB-DIVISION	: Angiospermas
CLASE	: Dicotiledoneas
ORDEN	: Rosales
FAMILIA	: Mimosoideae
GENERO	: Prosopis
ESPECIE	: <i>P. pallida</i> , <i>P. juliflora</i> , <i>P. chilensis</i> , <i>P. alba</i>

En cuanto al porte, Díaz (2005), señala que es variado, pudiendo llegar hasta 20 m de altura y 2 m de diámetro, de hábito arbóreo o arbustivo.

1.4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

1.4.1. Sistema radicular.- Aguirre (2003), menciona que el algarrobo presenta raíces laterales que son de dos a tres veces la longitud del diámetro de la copa, desarrollan paralelo a la superficie a una profundidad entre 15 a 25 cm.

1.4.2. Tallo.- Ferreira (2007), indica que es erguido y recto, inclinado o retorcido, raramente es bifurcado. Las ramas pueden o no presentar espinas, cuando están presentes pueden haberse originado por modificaciones de las ramas axilares o son extremos de las ramas delgadas por modificaciones de las estípulas ocurren siempre en pares, en algunas especies se presentan púas originadas por celulosas a lo largo de las ramas.

1.4.3. Hojas.- Son bipinnadas alternas cuando jóvenes sin embargo, es común ver en los nódulos de plantas adultas de dos a diez hojas que nacen en ramitas muy cortas semejantes a braquiblastos. Cada hoja tiene de 1-8 pinnas, con una a cincuenta pares de folíolos. En la unión de cada par de pinnas pueden presentarse glándulas cuculiformes, también entre cada par de folíolos Díaz (2005).

1.4.4. Flores.- Las flores son hermafroditas, pentámeras, simetría regular, pequeñas; cáliz de forma acampanada, los pétalos libres o ligeramente unidos en su base, lineales, totalmente glabros o tener

pubescencia en la parte interna del pétalo; androceo de 10 estambres libres, erectos, anteras con una glándula globulosa apical, el polen es liberado como simple grano, pistilo de ovario sésil o estipitado, glabro para las especies de Asia, pubescente para los de África y América. Estilo filiforme que lleva un estigma pequeño y cóncavo (Díaz, 2005).

1.4.5. Inflorescencia.- menciona que las flores están reunidas en inflorescencia capituliforme, espigas o racimos espiciformes, cilíndricos, desde 6 pedúnculos o no. Los racimos son amarillos o amarillentos de tamaño variable, 17 cm. de largo.

1.4.6. Frutos.- Díaz (2005), afirma que los frutos corresponden a una legumbre modificada, generalmente en forma, color, tamaño caracteres importantes en la clasificación de especies. Es amarillento cuando está maduro, es también lilacino hasta morado oscuro y submoniliforme como *P. affinis*, o conspicuamente falcado como *P. pallida*, algunos frutos de *P. pallida* alcanzan hasta 30 cm de largo o más.

1.4.7. Semilla.- Según Díaz (2005), las semillas de pocas o numerosas están dispuestas en sentido longitudinal o transversal a lo largo del fruto de formas ovoides, elípticas, ablongolípticas, más o menos cuadrangulares o a veces, irregulares, duras comprimidas, color castaño claro, más o menos brillantes.

La germinación de las semillas es epigea. Las semillas germinan en un período de 20 a 30 días con una tasa de éxito del 40 al 90 por ciento, después de la germinación, los tallos se alargan hasta que las plántulas alcanzan de 15 a 20 cm de alto y los cotiledones se abren y expanden a su tamaño máximo, las plántulas nuevas, las cuales son tiernas y carnosas, se lignifican de manera gradual.

1.5. HÁBITO DE CRECIMIENTO.

El algarrobo se caracteriza por presentar una tasa de crecimiento moderada. Puede tomar 2 años en alcanzar una altura de 1 m. Después de esto, el crecimiento rara vez excede 1 m por año. El incremento promedio en el diámetro en un período de 2 años para los árboles de algarrobo, algunos de los cuales fueron dominantes en un rodal natural en Puerto Rico, fue de 0.53 cm por año. El algarrobo es un árbol de larga vida y es capaz de alcanzar grandes tamaños.

1.6. ASPECTOS CLIMÁTICOS, EDÁFICOS AGRO ECOLÓGICOS.

Siguiendo los lineamientos del sistema de clasificación de las formaciones vegetales o zonas de vida natural del mundo de R. Holdridge, en el tratado de Joseph A. Tosi (1960), y Mapa ecológico del Perú (ONERN, 1976), el algarrobo está participando en la formación Maleza desértico tropical, en terrenos planos y ondulados de la costa norte, suelos normalmente alcalinos con vegetación arbustiva baja, dispersas o en manchones. Maleza Desértica Subtropical correspondiente a la formación

Parques Xerofítico, parecido a Sabana de A. Weberbaueri, en cauces secos de quebradas con montes abiertos de especies espinosas y micro folios, o algarrobales de raíces muy profundas que aprovechan el agua almacenada en el subsuelo. En la formación Bosque Espinoso Subtropical, en Jaén, Bagua, Chinchipe, Utcubammba, Tumbes, Piura, el algarrobo puede formar pequeños bosques en las laderas de montículos o pequeños cerros. La formación Bosque espinoso Subtropical colinda con el anterior; aquí el algarrobo es más abundante, de preferencia en lugares bajos; esta formación se encuentra en el valle del Mantaro, Apurímac, norte de Chulucanas a 300 m.s.n.m. El mejor tratamiento fitogeográfico que ha recibido el algarrobo en el Perú, corresponde al botánico alemán al Dr. Weberbaueri, quien indica que *P. juliflora* se encuentra en las 47 localidades a lo largo de la costa desde Zarumilla, Tumbes hasta Majes, Arequipa y valles interandinos del Marañón, Mantaro, Apurímac

1.6.1. Fenología.- Las especies de *Prosopis* empiezan a florecer usualmente en las postrimerías de las lluvias veraniegas que se inician en enero y terminan en marzo. Las inflorescencias alcanzan su óptimo de floración a fines del verano seguido de la fructificación, naturalmente estas 2 fases son fluctuantes por cuanto se producen ciclos climáticos anormales o cambios bruscos en la bioclimatología debido al fenómeno del niño, los más conocidos son los de 1925 que produjo 1.500 mm de lluvia uno de los efectos del último fenómeno diluvial, fue el

desprendimiento de las flores y frutos de los algarrobos, quedando estos limpios, de color verde intenso pero totalmente estériles.

a. Clima.- EL algarrobo que crece en las zonas de los cítricos, olivo, palmera datilera, en invierno no puede soportar temperaturas inferiores a 5° C, pero en verano tolera más de 45° C, la suma de calorías para el ciclo productivo anual, es un factor ecológico determinante en la variación del tiempo en los ciclos de floración y fructificación. El calor no es un factor influyente en el crecimiento del algarrobo, sin embargo, en épocas de mucho calor y sequía, recomiendan remoción del suelo y evitar podas, para aumentar la humedad del suelo y equilibrar la evaporación. El algarrobo es afectado por cambios bruscos de temperatura, requiere clima templado con tendencia a cálida, le afectan las bajas temperaturas, nieblas, humedad y sequías extremas, el frío es el más perjudicial. Temperaturas por debajo de 5° C provocan paralización de la savia. El algarrobo para una buena fructificación necesita una temperatura media entre 20.5 y 29° C. y humedad relativa de 76.83%.

El algarrobo como árbol de estepas no necesita de protección; prospera bien en pleno sol desde la germinación, compitiendo airoosamente con pastos y arbustos. Las ramas inferiores de una planta de algarrobo, no soportan la sombra de las superiores y para tener luz tienden alargarse latentemente, originando la copa aparasolada, la ramas inferiores que no reciben buena luz mueren, a éstos se les llama "desrame natural", sino se las corta permanece por varios años, con las heladas de otoño los algarrobos pierden sus hojas Pimentel (2007).

b. Suelo.- El *Prosopis* por lo general ha sido estudiado en comunidades naturales, por ello, ha recibido poca atención, o casi ninguna, con respecto a nutrientes naturales. El algarrobo es poco exigente en la calidad de suelos, lo que han determinado no aplicar ningún tipo de abono; pero cuando se aplica fertilizantes las plantas responden bien con mayor crecimiento, mejor conformación de vástagos, mayores rendimientos de frutos, mejor resistencia a plagas y enfermedades, una excesiva aplicación de nitrógeno favorece el ataque de insectos y ácaros.

c. Cosecha y conservación de frutos y semillas

Según Díaz (2005), los aspectos más primordiales para la cosecha es que será dirigida la semilla para la alimentación de ganado o para la producción de semilla para cultivos.

Díaz (2005), menciona dos tipos de recojo de semillas, una del mismo árbol y otro recojo del suelos, en la primera, la cosecha se realiza con las manos en las ramas bajas que están al alcance del cosechador, para las ramas altas se usan varas, manipulando con cuidado se golpean las ramas y los frutos caen fácilmente. La segunda, menciona que es una práctica muy común en todos los lugares donde crecen loa algarrobos, se recoge todos los días en la medida que van cayendo para la cual se toma ciertos materiales como es tender mantas o bien limpiar el suelo para tener más facilidad de recojo de las semillas.

Una forma de almacenamiento de los frutos consiste con colocar una capa de arena fina en el suelo, sobre ella una capa de frutos de 20 a

25cm de espesor, una segunda capa de arena y seguida de otra capa de frutos, finalmente otra capa de arena. Tanto los frutos y la arena deben estar secos. Díaz (2005).

Para el almacenamiento, las semillas deben secarse hasta obtener una humedad de 10% a 12%. En el secado al aire libre en plataformas o pisos secadores lisos, compactos, pueden usarse arpilleras debajo de cobertizos protectores, también se puede realizar el secado en estufas o en hornos de variables diseños Días (1995)

d. Propagación

La propagación del algarrobo es por semilla que se hallan bien protegidas por el caroso, endocarpio del fruto de consistencia dura. Las semillas generalmente brillosas, presentan un extremo a menudo aguzado, donde se hallan el hilio, funículo, micrópilo y el rafe; al otro extremos se encuentra la chalaza obtusa y ancha, a veces truncada; la cubierta formada por la testa y el tegumento; al interior el endosperma, generalmente duro, mucilaginoso, córneo o vítreo, rodeando los cotiledones que pueden ser planos, convexos, redondeados o elípticos, amarillos y de germinación epigea.

Respecto al tratamiento de la semilla, los frutos son indehiscentes con endocarpio coriáceo, hay la necesidad de realizar tratamientos pre germinativo, para facilitar la penetración del agua y del intercambio gaseoso que es fundamental para romper con la latencia de esta clase de semillas.

Existen muchos tratamientos, entre ellos podemos citar lo siguiente:

- Tratamiento mecánico.- La escarificación puede hacerse con una lija o haciendo uso de una trilladora
- Tratamiento con agua.- Experimentos realizados en Brasil, con semillas sumergidas en agua fría por 6 horas, se encontró que germinan rápidamente. Utilizando el agua hirviendo por un tiempo prudencial para que no afecte al embrión, se puede sembrar después de 24 horas, aunque no es un método apropiado para todas las especies de *Prosopis*.
- Tratamiento Químico.- Uso de alcohol etílico absoluto, por un tiempo de inmersión de 12 horas.

También se puede utilizar el ácido sulfúrico (98%) por un tiempo de 15 a 30 minutos, para eliminar la latencia de las semillas, las vainas rotas se sumergen en ácido sulfúrico concentrado de calidad comercial, durante 15 a 20 minutos, enseguida se lava con agua fría, las semillas germinan en 4 – 6 días con un poder germinativo de 80-90%.

e. Germinación.- Toda semilla para iniciar el proceso de germinación, requiere de tres condiciones externas favorables: agua, temperatura adecuada y oxígeno. Para que el agua penetre en el embrión es necesario que el tegumento o cubierta de la semilla sea permeable a dicho líquido, en *Prosopis* parecería que no se ha experimentado este factor.

Al penetrar el agua en la semilla ésta se hincha y rompe la cubierta. El factor oxígeno al inicio de la germinación es sustituido por una respiración

anaerobia. Luego se inicia la normal respiración aeróbica. La temperatura adecuada para las semillas de algarrobo tampoco se conoce con precisión, se estima en 30° C durante el día y 20 para la noche. Una forma común de romper la latencia de las semillas de algarrobo, es a través del tracto digestivo del ganado caprino, vacuno u ovino, ellos comen las vainas enteras, después de pasar por el sistema digestivo, las semillas son eliminadas en las fecas, bajo este proceso la germinación es rápida y en altos porcentajes.

f. **Energía Germinativa.**- se define como la rapidez de germinación de un lote de semillas en un periodo determinado, llamado periodo de energía. Esto se establece para el día que sucede la mayor germinación con variación de acuerdo a las semillas y del medio ambiente. La energía germinativa se expresa en porcentaje. Se dice que la energía germinativa es buena cuando las dos terceras partes de la semilla germinan en un tercio del tiempo empleado en la germinación. Se determina con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ EG} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas (día de mayor n}^\circ\text{)} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas sin límite de tiempo}}$$

Fernández et. al. (1996), señala que el hecho de plantar una planta de calidad hace que esta sobreviva mejor y se establezca lo suficientemente rápido como para mostrar un buen crecimiento de altura en el mismo año de plantación, y por lo tanto será más capaz desarrollar todo su potencial

genético. La calidad de planta comprende los caracteres fisiológicos y estructurales que puedan estar cuantitativamente ligados al éxito de la repoblación. En los últimos 30 años, los técnicos de campo, se han dado cuenta que el diámetro del tallo y la altura de la planta no son los únicos factores que afectan al desarrollo de las plantas en el campo y que es la interacción de números de factores que, actuando juntos, producen la deseada en el campo.

g. Obtención de plántones.- Un método de obtención de plántones consiste en hacer germinar las semillas en camas almacigueras y después trasplantar a bolsas, este sistema favorece el buen crecimiento radicular, encuentra mayor espacio y no hay competencia de nutrientes y humedad, el repique inmediatamente después de la germinación para evitar trasplantes con la raíz principal desarrollada. La tierra de las bolsas debe tener una mezcla de 2/3 de tierra de chacra común más 1/3 de estiércol; los riegos hasta 3 cm de altura de las plantitas, el trasplante a suelo definitivo se da después de 6 meses del repicado.

h. Usos.

Según la página web: http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm

- Como madera.- La planta de algarrobo tiene múltiples usos en la vida del hombre. Toma cada día mayor importancia la madera debido a su dureza, puede usarse en la construcción de muebles.

- Como Leña.- Es el uso más común y fácil del tronco del algarrobo para cocinar los alimentos, actualmente se utiliza como combustibles en el área rural, preferentemente como leña. Se usa 219 410 m³ equivalente a 997 318 cargas por año.
- Como carbón.- Tiene un proceso particular. En Lima se consumió 1200-1500 Tm en pollerías y restaurantes.
- Como Vigas en Construcciones.- Antiguamente se utilizaron en construcción de casas, tumbas, santuarios, puentes, iglesias por tener madera muy dura.
- Las Hojas.- Se utilizan como forraje tanto secas como verdes, especialmente en época de sequía.
- Las Flores.- Participa en la apicultura produciendo miel, polen y néctar de alta calidad
- Los frutos.- Se utilizan en la alimentación humana y animal debido a su valor nutritivo. Antiguamente los pobladores consumían los frutos del algarrobo.
- Como Algarrobina.- Las vainas se muelen, se hierven por espacio de 15 minutos, al evaporarse el líquido, se obtiene la algarrobina que es un fortificante, además de sabroso, saludable, estomacal y afrodisíaco.

1.7.FERTILIDAD.

El suelo es un depósito de nutrientes que la planta absorbe con cada ciclo de cultivo, por lo tanto es necesario aplicar fertilizantes para obtener

buenos rendimientos. Entre los nutrientes más importantes para lograr buenos rendimientos, tenemos el nitrógeno, fósforo y el potasio, los cuales debemos suministrar tomando en cuenta el tipo de suelo. Los fertilizantes deben ser de rápida asimilación en la etapa de crecimiento y aportar abonos de fondo debido al ciclo de crecimiento y desarrollo largo del algarrobo.

Castilla (1995), manifiesta que no todo el abono que se aplica al suelo lo aprovecha la planta, parte del nitrógeno se pierde por lixiviación o fijación, mientras que gran parte de Fósforo aplicado se fija en el suelo. Por tanto, la cantidad a aplicar de estos elementos puede sobrepasar varias veces la cantidad extraída por la planta. Las necesidades de fertilización para algún suelo específico debe basarse en los análisis de suelo, plantas o a través de ensayos de fertilizantes.

a.- Fertilizantes Nitrogenados:

- En suelos con contenido bajo de M.O: dosis de 60-80 kg (N).ha⁻¹.
- En suelos con contenido medio de M.O: dosis de 40-60 kg (N).ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de M.O: dosis de 00-40 kg (N).ha⁻¹.

b.- Fertilizantes Fosfatados:

- En suelos con contenido bajo de fósforo: dosis de 40-60 kg (P).ha⁻¹
- En suelos con contenido medio de fósforo: dosis de 20-40 kg (P).ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de fósforo: no se recomienda aplicar.

c.- Fertilizantes Potásicos:

- En suelos con contenido bajo de potasio: dosis de 40-60 kg (K).ha⁻¹
- En suelos con contenido medio de potasio: dosis de 20-40 kg (K).ha⁻¹.
- En suelos con contenido alto de potasio: dosis de 00-20 kg (K).ha⁻¹.

1.8. PAPEL DE LOS MACRONUTRIENTES

1.8.1. El fósforo en el suelo

Céspedes (1997), señala que el desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos en el suelo conducen a la acumulación de sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, tales como nitratos, amonio, fósforo, potasio, calcio, etc. en forma soluble y asimilable.

Black (1975), indica que el fósforo en el suelo se encuentra casi como ortofosfato, derivándose todos los compuestos de ácido fosfórico. Puede clasificarse como orgánico e inorgánico dependiendo de la naturaleza en el que se encuentra.

La fracción inorgánica puede clasificarse por su naturaleza física, mineralógica o química y/o por combinación de ellas en formas cristalizadas con el Fe, Al, F y Ca, así como fosfatos amorfos y ocluidos. Asimismo, señala que la fracción orgánica se halla en el humus, de acuerdo a su estructura química, forma fosfatos orgánicos, como:

fosfolípidos, fosfoproteínas, fosfatos metabólicos, fosfatos de inositol y ácidos nucleicos.

Donahue (2001) señala que a nivel de planta completa, el fósforo es uno de los macro nutrientes esencial más importante: induce la formación de un activo y potente sistema radicular, favorece la floración e influye bastante en la cantidad, peso y calidad de los frutos y semillas.

1.8.2. Roca fosfórica o fosfatos naturales

LA FAO (2007), menciona que es un mineral que sirve como materia prima, fuente de P, para la producción de fósforo. Consiste en varios tipos de apatitas (fosfato tricálcico) y contiene entre 15 y 35 % de P_2O_5 . La calidad de RF depende de su edad, tamaño de partícula, grado de sustitución en la estructura del cristal y solubilidad en los ácidos. Las rocas reactivas también pueden emplearse directamente como fertilizantes de P en los suelos ácidos.

El fosfato rocoso también contiene varios micronutrientes, con un promedio de 42 ppm de Cu, 90 ppm de Mn, 7 ppm de Mo, 32 ppm de Ni y 300 ppm de Zn. El contenido de cadmio en la roca fosfórica varía de 1 a 87 $mg.kg^{-1}$ (con un contenido de P_2O_5 de 30%, el Cd también puede expresarse como 8 - 665 $mg.kg^{-1}$ de P o 3 - 290 $mg.kg^{-1}$ de P_2O_5). En los fosfatos rocosos para la aplicación directa, el contenido de Cd (un metal pesado potencialmente tóxico) no deberá exceder preferiblemente los 90 mg de Cd. kg^{-1} de P_2O_5 (o alrededor de 27 mg de Cd $.kg^{-1}$ de P_2O_5).

1.8.3. Los Microorganismos Efectivos (ME).

Higa y Parr (1991), mencionan que los EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), y es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

La FAO (2007), menciona que los ME son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N, solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

Kuprat (2004), basándose en los estudios de del Dr. Higa, menciona que los ME se emplea para nuestra salud, para suelos sanos, plantas sanas y animales sanos, para el compostaje, para la limpieza y purificación de aguas residuales y para el cuidado natural de plantas. También para la prevención de parásitos, así como para producto de limpieza en casa.

Suquilanda (2001), indica que los microorganismos del EM son: bacterias ácido lácticas, Levaduras, Bacterias Fotosintéticas, Actinomicetos.

- Bacterias Acido Lácticas: producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.* ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.
- Levaduras: Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.
- Bacterias Fotosintéticas: Pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.
- Actinomicetos: Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

1.9.MATERIA ORGÁNICA.

Según Tineo (1999), la primera etapa de transformación desde los restos hasta humus, se denomina humificación, este proceso es relativamente corto (3 - 4 meses) y está regulado por las condiciones de humedad, aireación y temperatura. La segunda es la transformación del humus hasta elementos minerales asimilables por las plantas y se denomina mineralización. Este proceso es relativamente dependiente de las condiciones del clima (temperatura, humedad), del suelo (pH, aireación) y manejo del mismo (laboreo, enmiendas, etc.). Es a través de la mineralización que los elementos componentes de la materia orgánica se hacen disponibles o asimilables para las plantas; esto ocurre fundamentalmente con el N, P y S.

Los residuos de las plantas constituyen una parte muy importante de un suelo productivo, pues sirven como fuente de energía para el crecimiento de los microorganismos del suelo. Las sustancias liberadas durante su descomposición son utilizadas en la producción de nuevas generaciones de plantas. El carbono, nitrógeno, azufre y fósforo, que se liberan en forma de ácidos durante el proceso de descomposición, realizan una acción disolvente sobre los minerales del suelo.

La materia orgánica del suelo presenta un compartimiento similar al de las arcillas en la capacidad de intercambio catiónico (CIC), por retener e intercambiar cationes, gracias a esta propiedad los nutrientes tanto naturales como los aplicados mediante planes integrales de fertilización

no se lavan fácilmente o lixivian, para luego gradualmente ser liberados a la solución del suelo y absorbidos por las raíces de las plantas.

El suelo con materia orgánica tienen las siguientes características:

- Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua. Absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene, evitando la desecación del suelo.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (P_0_4), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros.
- Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100% si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.

1.9.1. Beneficios del uso de abonos orgánicos.

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

1.9.2. Mineralización de la materia orgánica.

Thompson (1974), manifiesta que la descomposición de la materia orgánica y la formación de los compuestos inorgánicos en orgánicos se llaman inmovilización.

La mineralización del material orgánico se produce en tres etapas importantes.

- **Aminización:** Donde las proteínas y materiales complejos son atacados por un grupo de microorganismos y bajo proceso de

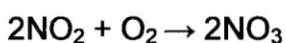
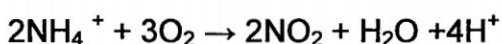
digestión enzimático rompen la estructura de la proteína y liberan el nitrógeno aminado.

Proteínas \rightarrow R-NH₂ + CO₂ + Energía (calor) + Otros productos

- **Amonificación:** Aquí las aminos liberadas son atacadas por otros microorganismos, las cuales dan lugar a la formación de N amoniacal.

R-NH₂ + HOH \rightarrow NH₃ + R-OH + Energía.

- **Nitrificación:** En esta última el amoniaco liberado es transformado por otras bacterias en nitratos, y comprende a la vez dos procesos distintos, la primera donde el ión amonio es convertido a nitrito (NO₂) y la segunda donde los nitritos son transformados a nitratos. Las dos primeras se efectúan a través de microorganismos heterótrofos orgánicos, y la tercera es realizada por bacterias autótrofos que obtienen el carbono necesario de la atmósfera que le rodea. Estos procesos se representan de la siguiente manera:



1.9.3. Guano de Islas.

Camasca (1984), menciona que el Guano de Islas conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales.

Menciona que el Guano de Islas es un compuesto orgánico heterogéneo, cuya utilización nos da ventajas en la enmiendas, además del hecho de funcionar igual que los fertilizantes sintéticos comerciales como fuentes de

N , P y K elevando por tanto el rendimiento y debiendo su utilización a seguir lineamiento de uso de dichos fertilizantes.

El Guano de Islas es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta.

Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12% N, 11% P y 2% K.

Debe aplicarse pulverizado a una profundidad aceptable, o taparlo inmediatamente para evitar las pérdidas de amoníaco. Puede ser mezclado con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia.

Se tiene en el mercado tres tipos de Guano de Islas:

1.9.4. Guano de Islas rico.- tiene la composición media siguiente:

- Nitrógeno: 12% (varia 9 a 15%). Existen bajo las formas: orgánicas (9 – 10%). Amoniacal (4 - 4.5%) y nítrica.
- Acido fosforito: 8% P_2O_5 (del cual el 92% es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasa : 10.2 % K_2O (soluble en su totalidad.)
- CaO : 7 a 8%
- MgO : 0.4 a 0.5%
- Azufre : 1.5 a 1.6%
- Cloro : 1.5%
- Sodio : 0.8%

- Humedad : 20%
- pH : 6.2 a 7

1.9.5. Guano de Islas Pobre.- de formación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente:

- Nitrógeno : 1 a 2%
- Acido fosforito : 16 a 20% de P_2O_5
- Potasa : 1 a 2% K_2O
- CaO : 16 a 19%

Existen dos clases de Guano pobre:

- Guano pobre tipo A: Molido
- Guano pobre tipo B: bruto.

1.9.6. Guano de Islas Balanceado.- viene a ser el Guano de Islas pobre completado con urea o sulfato de amonio (en algunos casos con Guano de Islas rico). Su contenido de elementos es:

- Nitrógeno : 12%
- Ácido fosfórico : 9 a 10% de P_2O_5
- Potasa : 2% de K_2O .

Bernardino, jefe zonal de Agro Rural, explicó que el Guano de Islas constituye el mejor abono orgánico natural, al poseer elementos nutritivos

primarios, secundarios y microelementos indispensables para la vida y el desarrollo productivo de la planta.

Destacó que aporta microorganismos que prosperan en la materia orgánica del suelo, descomponiéndola en sustancias fácilmente asimilables por las raíces. Además es biodegradable y no genera subproductos tóxicos para la salud.

Puede ser utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. A partir de la concentración de dichos componentes también se puede elaborar el superfosfato.

El suelo que es deficiente en materia orgánica puede hacerse más productivo si se le adiciona el Guano de Islas.

El Guano de Islas aportan los tres principales nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas en diversas proporciones (nitrógeno, fósforo y potasio), nutrientes secundarios (calcio, azufre y magnesio) y a veces micronutrientes, de importancia también para la alimentación de la planta (boro, manganeso, hierro, zinc, cobre y molibdeno). Los tres ingredientes principales se describen en las bolsas de fertilizantes como nitrógeno, fosfato y potasio indicando la proporción con números y en ese orden. De este modo un fertilizante 5-10-5 contendría un 5% de nitrógeno, 10% de fosfato y 5% de potasio.

1.9.7. Propiedades del Guano de Islas

ENCI (1980), señala que el Guano de Islas conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales debido a su

producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. El Guano rico se caracteriza por la emanación de olores y de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los nitratos, carbonatos, fosfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es del tipo compuesto por que aporta nitrógeno, fósforo, potasio (N P K), Ca, Mg, S y aun elementos menores.

1.9.8. Utilización como abono

ENCI (1980), menciona que el Guano de Islas para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el Guano secado al horno contiene pocos microelementos, siendo el fresco rico en nitro bacterias.

Camasca (1984), señala que la utilización del Guano de Islas como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10 cm. por lo menos, a fin de evitar la pérdida de amoniaco bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del Guano se nitrifica rápidamente en los suelo, para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente el Guano y un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del Guano en potasio.

La asociación del Guano de Islas y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. Igualmente el Guano de Islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El Guano de Islas puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

1.10. MANEJO AGRONÓMICO

1.10.1. Selección de semilla

Antes de la siembra se debe seleccionar la semilla de acuerdo a su conformación, tamaño, buen estado sanitario, que garantice una buena germinación para obtener plantas vigorosas y alcanzar plantones de alto rendimiento.

1.10.2. Riego

Para un desarrollo normal de la planta, en las etapas reproductivas no debe faltar humedad en la bolsa con sustrato.

- El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad de plantones.
- Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua.
- Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo.
- Los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos.

- Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos.
- Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando regaderas, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz.

Es preferible el riego por encima, menos las inundaciones. El algarrobo es sensible a la cantidad de agua que hay en el suelo, debido al efecto sobre la producción que puede ser exceso o deficiente. El "Stress" de humedad en el momento de la emergencia es crítico y reduce la producción de plántones al 20%. Se recomienda que la humedad del suelo deba mantenerse por encima del 50% durante el periodo de crecimiento.

1.10.3. Abonamiento

El algarrobo requiere, en la mayoría de los casos preferentemente en la producción en vivero de los plántones, una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Los elementos secundarios y los micronutrientes se aplican solo cuando se notan deficiencias.

Se debe aplicar la mezcla de los fertilizantes simultáneamente con el repique. Se puede complementar con aplicaciones foliares durante la producción de plántones.

Por otro lado se tienen los fertilizantes orgánicos, como estiércol de aves, vacunos, caprinos. También rastrojos de cosechas, abonos verdes, compost; estos mejoran la textura del suelo e incrementan la población microbiana.

1.10.4. Labores culturales.

Según el Manual para productores de tara de la región Ayacucho tenemos las siguientes labores culturales.

Preparación de sustrato

- Mezcla las 3 carretillas de tierra negra cernida.
- carretillas de tierra agrícola cernida + 1 carretilla de compost. hasta obtener un sustrato uniforme.

Embolsado

- Llena las bolsas con la botella cortada en bisel.
- Da golpecitos para que se compacte el sustrato, hasta que la bolsa tome forma cilíndrica.
- No llenes completamente la bolsa, deja 2 cm de espacio para el riego.

Distribución de las bolsas

- Coloca 2 estacas en las esquinas de la cama de repique.
- Amarra y tensa el cordel entre las 2 estacas, para que sirva de guía.
- Coloca las bolsas llenas de sustrato en el ancho de la cama, una por una, siguiendo el cordel guía.
- Repite el procedimiento hasta colocar las bolsas necesarias en las camas.

Para la siembra en la cama de almácigo:

- Haz surcos pequeños de 1.5 cm de profundidad, a una distancia de 2.5 cm entre surcos.

- Utiliza el palo recto como guía.
- En los surquitos coloca las semillas echadas cada medio centímetro.
- Cubre las semillas con una capa de sustrato.
- El grosor de esta capa debe ser 3 veces el tamaño de la semilla (aproximadamente 1.5 cm).
- Riega con la regadera.
- Cubre la cama de almácigo con la malla Rashell.

Repicado.

- Un día antes del repicado, riega el sustrato embolsado y asegúrate que el sustrato esté bien húmedo.
- Antes de sacar las plántulas, riega las camas de almacigo.
- Escarba un poco el sustrato para sacar las plántulas, cuidando de no romper las raíces.
- Selecciona las mejores plántulas con raíces rectas.
- Elimina las plántulas que tienen raíz torcida como la cola de chanco.
- Coloca las plántulas seleccionadas en un envase con agua para que no se marchiten.
- En el sustrato embolsado haz un hoyo del tamaño de las raíces con el repicado.
- En el hoyo abierto, coloca las plántulas a nivel del cuello, cuidando de no doblar las raíces.
- Rellena el hoyo con arena fina o sustrato.

Inmediatamente después riega a manera de lluvia.

Edad de la planta frecuencia de riego

- Primera semana Cada 2 días
- Segunda semana Cada 3 a 5 días Hasta los 2 meses Cada 7 días
- Después de 2 meses Cada 10 a 15 días con manguera
- Las primeras 2 semanas riega en forma de lluvia, para esto utiliza una regadera o botella agujereada.

Riego de plantones:

- El riego que se aplique depende del tipo de sustrato, época del año, clima y tinglado.

Plagas y enfermedades:

Según la página web: <http://taninos.tripod.com/algarrobo.htm>

- Babosa
- Grillos y loritos
- Chupadera
- Oidiosis
- Control fitosanitario
- Las plagas y enfermedades más comunes en el vivero se controlan de la siguiente manera:
- Control
- Echa sal alrededor del vivero para evitar el ingreso de babosas.
- Echa Halizan en algunas partes del vivero, según las indicaciones del producto.
- Fumigar los plantones, siguiendo las indicaciones del producto.

Producto a utilizar:

- Sal
- Halizan
- Oncol
- Sportak
- Fordazin
- Vitavax
- Folicur
- Topaz
- Para evitar la Oidiosis, no debe haber demasiada humedad ni mucha sombra en el vivero.

1.10.5. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y desarrollo de las plantas están dados por su constitución genética y por la interacción de esta con el medio ambiente.

1.11. RENDIMIENTO

Según piuraweb.com, el algarrobo es un árbol longevo, que pertenece a la familia al orden de las leguminosas. Cuenta con una gran capacidad para vivir en el desierto debido a su habilidad para captar nitrógeno y agua por sus largas raíces. Su tronco retorcido alcanza hasta 18 metros de altura y 2 metros de diámetro, con largas ramas flexibles, algunas de ellas espinosas. Dos veces al año da flores como espigas de un amarillo

pálido. Entre diciembre y marzo es su principal fructificación, pero vuelve a dar fruto entre junio y julio, aunque en menor cantidad.

El fruto es una legumbre o vaina, que tiene entre 16 y 30 centímetros de largo por algo más de 1.5 cm de ancho y 8 mm de espesor. En promedio cada vaina pesa unos 12 gramos y consiste de tres componentes principales, que son la vaina exterior, la pulpa y las semillas, Estas están encerradas dentro de una cáscara difícil de abrir y en promedio hay 25 por cada vaina. Todos los componentes del fruto del algarrobo tienen uso. Se calcula que cada árbol rinde unos 40 kilos de fruto por año, con un promedio de 70 árboles por hectárea.

A pesar que el algarrobo proporciona la mayor fuente de nitrógeno en las zonas áridas y que a los diversos componentes de su fruto se le atribuye propiedades nutritivas y medicinales, por la variedad de aminoácidos, vitaminas (principalmente C y E) y minerales (potasio) que contiene, además de su alto contenido de azúcar (sacarosa), anualmente son depredadas unas 10 mil hectáreas de bosques, que son destinadas básicamente para carbón de leña. Más del 50% del fruto se pierde en el campo, un 15% se consume como alimento para ganado y el 35% restante va a los mayoristas que lo venden para diversos usos. Entre estos está el alimento balanceado para animales; una pequeña parte se utiliza en la preparación del jarabe del algarrobina, conocido por los cócteles, bebidas y algunos dulces que se preparan artesanalmente.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Vivero Forestal del NIPUH de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho a 2760 m.s.n.m. cuyas coordenadas son 13°09'56" Latitud Sur y 74°13'40.2" Longitud oeste.

2.2. MATERIALES:

- Arroz cocido.
- Tela nylon.
- Melaza.
- Roca Fosfórica.
- Guano de Isla.
- Semillas de algarrobo.

2.3. CARACTERISTICAS DEL SUSTRATO

Las características físicas y químicas del sustrato se obtuvieron luego del análisis de una muestra homogénea tomada del sustrato. El análisis de sustrato se realizó en el Laboratorio de Suelos, Planta y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Resultado del análisis químico del sustrato experimental

pH	M.O.	Nt	P disp.	K disp..	% CaCO ₃
[H ₃ O] ⁺	%	%	ppm	Ppm	%
8,22	4,79	0,23	69,91	356,8	1,68

Fuente : Lab. de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" de la UNSCH.

De acuerdo a los datos obtenidos se determina e interpreta lo siguiente:

pH Alcalino, M.O. califica como Rico, en caso de Nt, P disp. y K disp. se interpretan como Nivel alto, Muy alto y Muy alto respectivamente.

2.4. ANALISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA.

Para la determinación de las características químicas del Guano de Isla (GI), se tomó una muestra representativa de la misma, para su análisis respectivo en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, El resultado de este análisis se muestra en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Análisis Químico del Guano de Isla Incubado en Solución de ME

Grado de solubilización del Guano de Isla por acción de los EM					
Días de incubación	pH	%M.O	%N.T.	%P ₂ O ₅	% K ₂ O
0 días	5.81	10.02	10.76	2.76	1.43
20 días	8.11	14.58	9.97	13.50	5.53

Fuente: Lab. de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" de la UNSCH

2.5. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ROCA FOSFÓRICA.

Se realizó el análisis correspondiente de la RF tratada durante el periodo de incubación; encontrándose que la RF incubada durante 20 días en los EM posee 2.14 % de P₂O₅ disponible para la planta, en comparación con 0.001145% de P₂O₅ existente en la RF sin tratar. Gálvez (2009).

2.6. SEMILLAS DE ALGARROBO

Se utilizaron semillas de algarrobo de la ciudad de Huanta, seleccionadas y tratadas con fungicida, previas a la siembra.

2.7. VARIABLES E INDICADORES

INDEPENDIENTE:

- Niveles de Guano de Islas (GI)
- Niveles de Roca Fosfórica (RF), incubadas en EM.

INDICADORES:

- GI: 0, 500, 1000, 1500, 2000 mg de GI por bolsa.
- RF: 0, 500, 1000, 1500, 2000 mg de RF por bolsa.

DEPENDIENTES:

- Plantones de algarrobo de calidad.

INDICADORES

- Altura de planta, diámetro de tallo, peso seco de parte aérea, peso seco de raíz, longitud de raíz, sanidad y lignificación de plantones.

2.8. DISEÑO METODOLÓGICO:

2.8.1. Diseño experimental:

El diseño experimental utilizado fue el Diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores y cinco niveles a emplearse en cada factor, los que observen en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Niveles de Guano de Islas (GI) y Roca Fosfórica (RF)

No	Xi Codificado	Nivel de GI y RF (mg.bolsa ⁻¹)	
		GI	RF
1	-2	0	0
2	-1	500	500
3	0	1000	1000
4	1	1500	1500
5	2	2000	2000

Cuadro 2.5. Estructura de tratamientos en el D3J, para 2 factores.

Tratamiento	X1	X2	GI (mg. bolsa⁻¹)	RF (mg. bolsa⁻¹)
1	-2	-2	0	0
2	2	-2	2000	0
3	-2	2	0	2000
4	2	2	2000	2000
5	-2	0	0	1000
6	-1	0	500	1000
7	1	0	1500	1000
8	2	0	2000	1000
9	0	-2	1000	0
10	0	-1	1000	500
11	0	1	1000	1500
12	0	2	1000	2000
13	0	0	1000	1000

Los tratamientos se distribuyeron completamente al Azar de acuerdo al Diseño Experimental. Cada tratamiento contiene tres repeticiones, es decir, 39 unidades experimentales.

Con los resultados de las variables evaluadas, se realizaron los análisis de variancia y análisis de regresión correspondientes, utilizando la metodología descrita por Tineo (2014)-

CROQUIS DE EXPERIMENTO

UBICACIÓN DE LAS BOLSAS EXPERIMENTALES													
TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
NIVELES DE G.L. (gr.)	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
NIVELES DE R.F. (gr.)	0.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	1.5	1.0	1.0
ESQUEMA	T1	T4	T9	T12	T10	T2	T13	T13	T3	T11	T13	T5	T12
	T7	T6	T2	T7	T3	T5	T1	T7	T8	T2	T12	T8	T11
	T3	T8	T10	T4	T11	T6	T4	T10	T5	T6	T9	T1	T9
TOTAL 39 Unidades Experimentales													

2.9. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.9.1. Instalación de la trampa para la captura de los microorganismos benéficos y preparación de la solución

La instalación de las trampas fue el 05 de mayo del 2011, que consistió en colocar frascos con arroz cocido, cubierto con un pedazo de tela nylon, en una compostera del área de suelos, durante 2 semanas aproximadamente. El 15 de mayo se extrajo el arroz impregnado de microorganismos de color rosado, luego se licuó y se mezcló con 1 litro de melaza y 3 litros de agua, sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una semana, obteniéndose así la solución madre de MB.

2.9.2. Incubación de GI y RF en la solución de EM.

EL 25 de Mayo del 2011 se realizó la incubación en una proporción de 1 Kg de GI y RF en 1 litro de solución con ME. El tiempo de incubación fue de 20 días hasta el 13 de Junio del 2011.

Terminado el tiempo de incubación, se procedió al secado natural bajo sombra.

2.9.3. Preparación de camas de crianza

La adquisición y preparación de los insumos se realizaron el 26 de Julio del 2011, según la proporción 3:2:1 de tierra negra, tierra agrícola y compost.

2.9.4. Embolsado

El llenado de bolsas se realizó el 08 de agosto del 2011, utilizando una botella de plástico cortada en bisel, compactando así el sustrato hasta que la bolsa tome forma cilíndrica, dejando 2 cm de espacio para el riego.

2.9.5. Distribución de las bolsas

La distribución de las bolsas en la cama de crianza se realizó el día 08 de Agosto del 2011.

2.9.6. Almacigado

El almacigado de semillas se realizó el 26 de julio del 2011, luego el riego cada tres días.

2.9.7. Repicado

El repicado se realizó el 30 de agosto del 2011, se regó un día antes el sustrato embolsado, Las plántulas extraídas se colocaron en un

recipiente con agua y previa selección se procedió al repique. y finalmente se regó con mucho cuidado.

2.9.8. Abonamiento

El abonamiento se realizó el 30 de Agosto de 2011 juntamente con el repicado, previo pesaje de los abonos GI y RF, en una balanza electrónica de acuerdo a los tratamientos pre establecido.

2.9.9. Control de plagas y enfermedades

Durante la emergencia de las plántulas y luego del repique se produjo el ataque de la “chupadera” dada la excesiva humedad producida por los riegos constantes, que fue controlado culturalmente con la disminución en la frecuencia de riego.

2.10. VARIABLES EVALUADAS

Los parámetros a evaluar fueron los siguientes:

- a. Porcentaje de germinación-emergencia (desde los 7 hasta los 30 días, cada 3 días). Se tomará en cuenta aquellas plántulas que emergieron sobre la superficie del almácigo.
- b. Altura de planta (desde el cuello hasta el ápice superior), cada 30 días después del repique hasta el final del ensayo. Con la ayuda de una regla graduada se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma.
- c. Peso seco del tallo al final del experimento. Se evaluó 04 plantas al

azar de cada uno de los tratamientos, se cortó en trozos pequeños para introducir a la estufa por 24 horas a 65°C, luego se pesó en una balanza de precisión para determinar el peso seco.

- d. Longitud y peso seco de la raíz en estufa a 65°C, al final del experimento. Las mismas plantas evaluadas para el peso seco del tallo se midieron la longitud de la raíz, luego se cortó en trozos pequeños para secar en la estufa a 65°C por espacio de 24 horas, al final se pesó con la ayuda de una balanza de precisión para determinar el peso seco de la raíz.
- e. Lignificación, 60 días antes del final del experimento. Se ha determinado mediante un "método" simple y manual, presionando el tallo con los dedos índice y pulgar y, en base a la resistencia se pudo determinar la lignificación de las plantas.
- f. Sanidad, se evaluó durante el periodo del ensayo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

En el gráfico 3.1, se presenta los resultados de la germinación-emergencia de las semillas de algarrobo a partir de ocho días de la siembra que se realizó el 26 de Julio de 2011.

Se almacigó 500 semillas, de las cuales emergieron el 100% comprobando, de esta manera, la compra de semillas de calidad.

Este valor es alto desde el punto de vista forestal, tal como menciona Díaz (2005), el número de semillas germinadas debe ser superior a 65-70% para ser considerado como semilla forestal de calidad.”

Asimismo, es necesario señalar que entre los 14 y 23 días del almacigado ocurre la mayor cantidad de germinación-emergencia (410 semillas) lo que significa que la energía germinativa (82 %) de este lote de semillas se manifiesta entre los 14 y 23 días de almacigado, respecto al total de semillas emergidas.

Esta cifra tiene mucha importancia en el calendario de actividades forestales, pues, ayuda la planificación de las labores, es decir, se acorta el tiempo para realizar el repique.

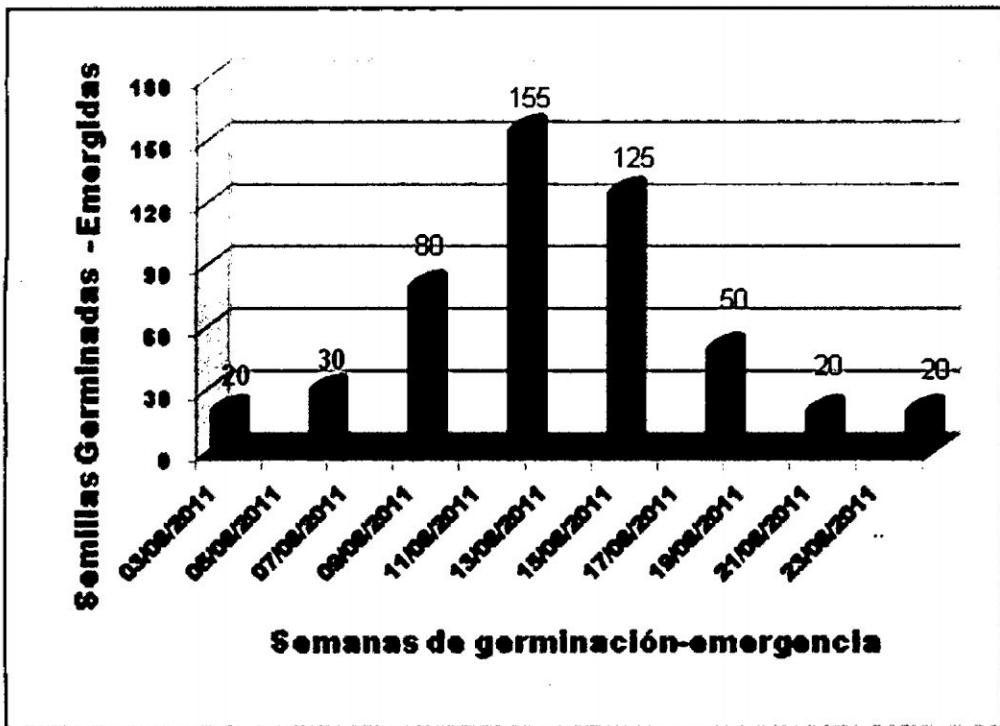


Gráfico 3. 1. Número de Plántulas Emergidas de Algarrobo a los 08 días de la siembra

Cuadro 3.1. Prueba de Duncan para altura de planta, diámetro de tallo, peso seco parte aérea, peso seco raíz y longitud de raíz de plántones de algarrobo.

TRATAM.	ALTURA cm.	DUNCAN (0.05)	TRATAM.	DIAMET mm	DUNCAN 0.05	TRATAM.	PSF g	DUNCAN 0.05	TRATAM.	PSR g	DUNCAN 0.05	TRATAM.	LR cm	DUNCAN 0.05
T13	35.33	A	T2	8.33	a	T13	3.70	a	T12	4.37	a	T13	58.3	a
T12	31.33	Ab	T13	8.00	ab	T11	3.50	b	T13	4.33	a	T3	48.3	b
T8	31.00	Ab	T4	8.00	ab	T12	3.47	bc	T7	3.80	b	T8	42.0	c
T6	29.67	Ab	T11	7.67	abc	T7	3.33	cd	T4	3.70	bc	T4	37.3	d
T3	28.67	Abc	T6	7.67	abc	T3	3.33	cd	T11	3.70	Bc	T6	37.3	d
T10	28.67	Abc	T12	7.57	abc	T10	3.30	de	T6	3.67	Bcd	T2	34.3	e
T4	27.33	bcd	T9	7.33	abc	T8	3.30	de	T3	3.63	Bcd	T9	33.3	e
T9	27.00	Bcd	T10	7.33	abc	T4	3.23	def	T10	3.63	Bcd	T7	33.0	e
T7	27.00	Bcd	T8	7.33	abc	T1	3.20	def	T8	3.47	Bcde	T12	32.7	e
T11	25.67	Bcd	T7	7.00	abc	T9	3.20	def	T9	3.40	Bcde	T10	32.3	e
T1	22.00	Cd	T3	6.67	bc	T6	3.16	ef	T1	3.27	Cde	T1	31.7	e
T2	21.67	Cd	T5	6.33	c	T5	3.16	ef	T2	3.17	De	T5	31.3	e
T5	20.67	D	T1	4.67	d	T2	3.13	f	T5	3.10	E	T11	27.3	f

3.2. ALTURA DE PLANTONES DEL ALGARROBO.

En el gráfico 3.2. se presenta la altura de plantones de algarrobo cuyo valor más alto corresponde al tratamiento T₁₃ con 35.33 cm, (guano de isla, 1.000 g.bolsa⁻¹ y roca fosfórica, 1.000 g.bolsa⁻¹) mientras que la altura más baja (20.67 cm) se obtuvo con el tratamiento T₅ con sólo 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.

También se debe destacar el hecho de que el testigo supera a los tratamientos T₂ y T₅ que tienen un nivel de abonamiento de 2.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F), respectivamente. Tal como se muestra en el gráfico 3.2.

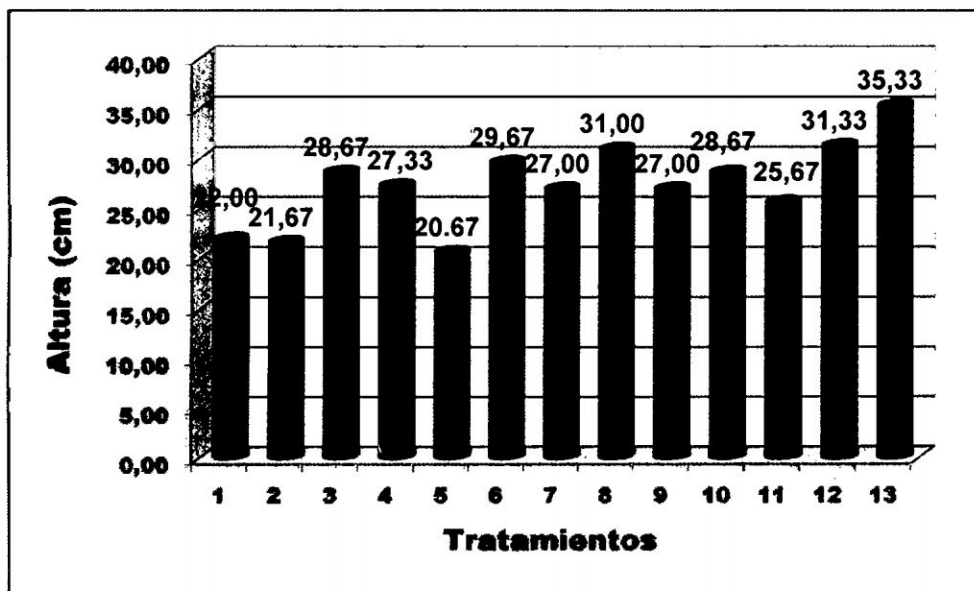


Gráfico 3.2. Altura de plantones de algarrobo

Estos resultados permiten afirmar que hubo un efecto positivo del abonamiento conjunto de GI y RF incubadas en EM, que se traduce en la obtención de plantones con alturas mayor a 30 cm que supera lo

recomendable para el traslado a campo definitivo obtenidas en menor tiempo que normalmente resultan en 6 meses.

El cuadro 1 (anexo) se muestra el Análisis de Variancia para altura de plántones de algarrobo, donde podemos observar diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, lo que significa que por lo menos un tratamiento es diferente, considerando los niveles de GI y RF. Por lo tanto, para determinar cuál de ellos es diferente se sometió a la prueba de contraste de Duncan (cuadro 3.1.) donde podemos observar que los tratamientos T₁₃ (1 g.bolsa⁻¹ de G.I. 1 g.bolsa⁻¹ de R.F.), es superior al T₄ (2 g.bolsa⁻¹ de G.I. 2 g.bolsa⁻¹ de R.F.) T₉ (1 g.bolsa⁻¹ de G.I.), T₇ (1.5 g.bolsa⁻¹ de G.I. y 1 gr.bolsa⁻¹ de R.F.), T₁₁ (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I. 1.500 g.bolsa⁻¹ de R.F.), T₁ (testigo), T₂ (2.000 g.bolsa⁻¹ de G.I.) y T₅ (1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.); más no así al T₁₂ (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I. 2.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.), T₈ (2.000 g.bolsa⁻¹ de G.I. 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.), T₆ (0.500 g.bolsa⁻¹ G.I. 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.), T₃ (0.000 g.bolsa⁻¹ de G.I. 2 g.bolsa⁻¹ de R.F.) y T₁₀ (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I. 0.500 g.bolsa⁻¹ de R.F.) que estadísticamente son iguales.

Los resultados sugieren que el abonamiento con GI y RF incubadas en una solución de microorganismos benéficos influyen en el crecimiento de los plántones.

Esta respuesta probablemente se deba a que un mayor nivel GI y RF incubadas en una solución de MEN contiene una mayor cantidad de nutrientes disponible para la planta, lo que permite que el cultivo los aproveche en todas las etapas de su desarrollo, tal como se observa en el cuadro 2.2. donde el valor de P y K del GI se quintuplica luego de la incubación por 20 días en solución de microorganismos benéficos.

De estas comparaciones se desprende que todos los tratamientos que muestran rendimientos elevados, poseen niveles no mayores a los 2.000 g ni menor a 1.000 g resaltando el mejor resultado en un abonamiento equitativo de 1.000 g de guano de isla y roca fosfórica, los cuales han tenido una gran influencia positiva en los tratamientos, incluso en los que poseen una dosis baja de abonamiento. Esta es una de las mejores evidencias que permite afirmar que la solución de MEN tiene un efecto solubilizante en el GI y RF. Higa y Parr (1991), mencionan que los microorganismos tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular.

En el cuadro 3.2. se presenta el Análisis de Variancia de regresión para altura de plantones de algarrobo, donde se observa respuesta significativa para el término lineal de la RF y altamente significativa para el término cuadrático de GI.

Cuadro 3.2. Análisis de Variancia de regresión para altura de plántones de algarrobo.

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Modelo	5	305.932	61.186	2.24	0.0734
X_1	1	24.821	24.821	0.91	0.3474*
X_2	1	106.166	106.166	3.89	0.0571*
X_1^2	1	131.231	131.231	4.80	0.0355**
X_2^2	1	11.151	11.151	0.41	0.5273 NS
X_1X_2	1	0.75	0.75	0.03	0.8694
Error	33	901.299	27.312		
TOTAL	38	1207.231			

C.V.: 19.08

De acuerdo al cuadro 3.3., el modelo polinomial codificado (superficie de respuesta), sería:

$$Y = 29.994 + 0.564X_1 + 1.666X_2 - 1.010X_1^2 - 0.2945X_2^2 - 0.0625X_1X_2$$

A partir de este modelo, se elaboró el gráfico 3.4. que muestra la superficie de respuesta para el efecto del GI y RF.

Cuadro 3.3. Coeficientes del modelo polinomial para altura de plántones de algarrobo.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	29.994	21.45	1.3986	0.0001
X_1	0.5641	0.95	0.59176	0.3474 *
X_2	1.1667	1.97	0.5917	0.0571 *
X_{11}	-1.0101	-2.19	0.4608	0.0355 **
X_{22}	-0.2944	-0.64	0.4608	0.5273 NS
X_1X_2	-0.0625	-0.17	0.3772	0.8694 NS

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor en forma independiente, se tiene los modelos codificados siguientes (Gráfico 3.3)

$$Y = 29.994 + 1.1667x \quad (1)$$

$$Y = 29.994 + 0.5641x_2 - 1.0101x_1^2 \quad (2)$$

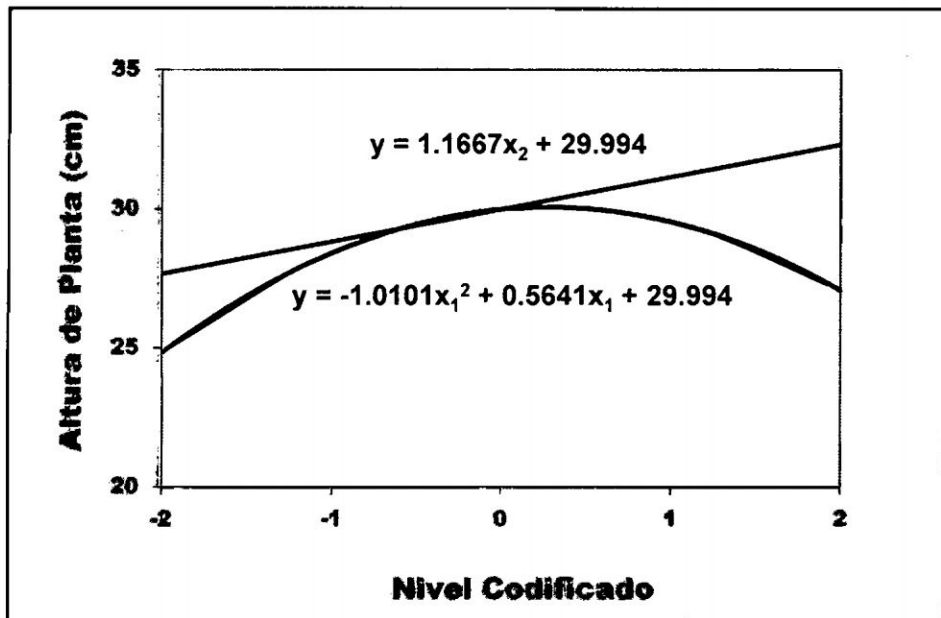


Gráfico 3.3. Influencia de los niveles de abonamiento de GI y RF en la altura de plantones de algarrobo

Para determinar el nivel de GI que maximiza la altura del plantones de algarrobo se ha realizado diferentes cálculos que se muestran en anexos y se obtuvo que el nivel óptimo de GI es $1\ 140\ \text{mg.bolsa}^{-1}$. En comparación con la tesis de Elsa conga Rojas 1980 ppm RF.

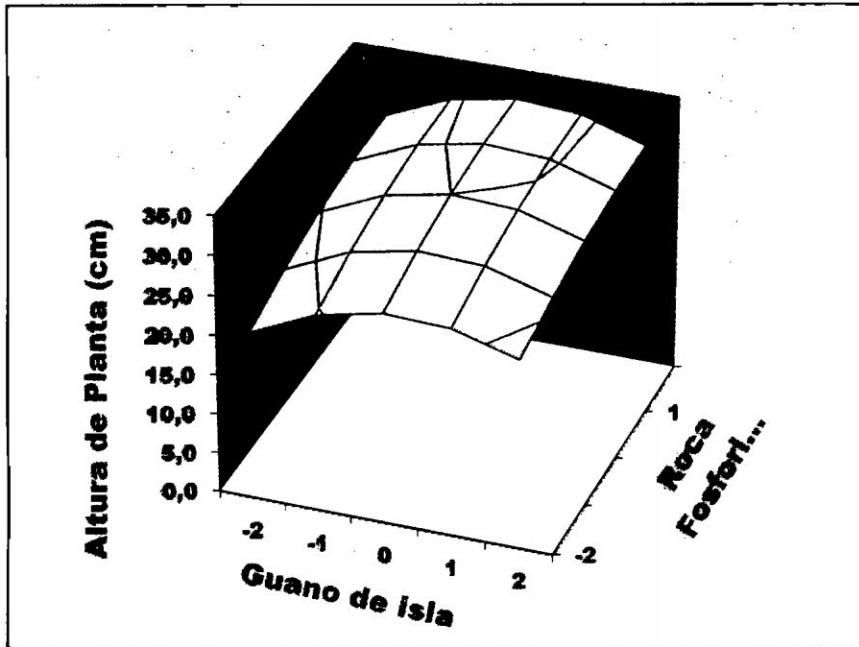


Gráfico 3.4. Superficie de respuesta de altura de plantones de algarrobo

3.3. DIÁMETRO DE TALLO.

En el gráfico 3.5. se muestra los valores del diámetro promedio de tallo de plantones de algarrobo, donde se puede observar que el t_2 (2.000 g.bolsa⁻¹ de G.I) presenta 8.33 mm de diámetro y el testigo 4.67 mm.

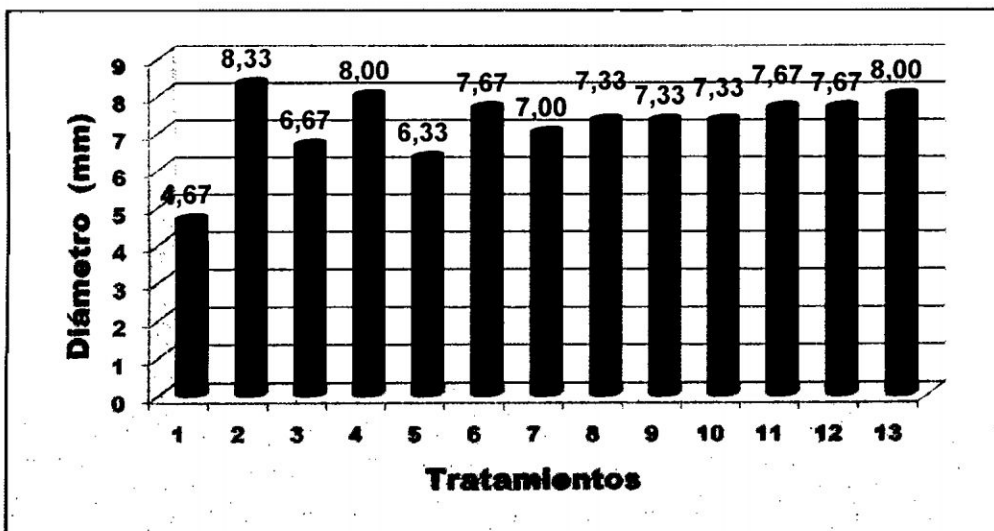


Gráfico 3.5. Diámetro de tallo de plantones de algarrobo

En el cuadro No. 2 (anexo) se presenta el Análisis de Variancia del diámetro de tallo de plántones de algarrobo, donde podemos observar alta significación estadística para tratamientos, lo que significa que existen diferencias entre los promedios de diámetro de tallo de plántones en función a los niveles de GI y RF. Y para conocer entre cuáles de ellos, se realizó la prueba de contraste de Duncan (ver cuadro 3.1.) en cuyos resultados se observan que los tratamientos 2, 13, 4, 11, 6, 12, 9, 10, 8 y 7 no difieren entre sí, pero son superiores al tratamiento testigo que sólo alcanza 4.67 mm de diámetro de tallo.

Nuevamente, comprobamos que el GI y RF incubados en organismos eficientes tiene mucha influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. El grosor y lignificación de los tallos de los plántones son muy importantes y vitales en la plantación de éstos en terreno definitivo, ya que plántones con tallos bien formados y lignificados soportarán mejor los extremos climáticos del ambiente, caso contrario existe el riesgo de que la plantación tenga el éxito esperado.

En el cuadro 3.6. se presenta el Análisis de Variancia de regresión para diámetro de tallo de plántones de algarrobo, donde se observa respuesta altamente significativa para los términos lineales de GI y RF, así como significación estadística par el término cuadrático de GI.

Cuadro 3.6. Análisis de Variancia de regresión para diámetro de tallo de plántones de algarrobo

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Modelo	5	25.8487	5.0497	7.04	0.0001 **
X₁	1	14.8205	14.8205	20.66	0.0001 **
X₂	1	2.1667	2.1667	3.02	0.0916 **
X₁²	1	3.8231	3.8231	5.33	0.0274 *
X₂²	1	0.0043	0.0043	0.01	0.9391 NS
X₁X₂	1	4.0833	4.0833	5.69	0.0230 NS
Error	33	23.6744	0.7174		
TOTAL	38	48.9231			

C.V = 4.778914

De acuerdo al cuadro 3.7. el modelo polinomial codificado, es:

$$Y = 7.58 + 0.4359 X_1 + 1.1667 X_2 - 0.1724 X_1^2 - 0.0057 X_2^2 - 0.1458 X_1 X_2$$

A partir de este modelo, se elaboró el gráfico 3.7, que muestra la superficie de respuesta para el efecto de GI y RF.

Cuadro 3.7. Coeficiente del modelo polinomial de diámetro de tallo de plántones de algarrobo

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	7.5871	33.47	0.2267	0.0001
X ₁	0.4359	4.55	0.0959	0.0001**
X ₂	1.1667	1.74	0.0959	0.0916 *
X ₁₁	-0.1724	-2.31	0.0747	0.0274 *
X ₂₂	-0.0057	-0.08	0.0747	0.9391 NS
X ₁ X ₂	-0.1458	-2.39	0.0611	0.0229

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor, en forma independiente, se tendrían los modelos codificados siguientes (gráfico 3.6)

$$Y = 7.5871 + 0.4359X_1 - 0.1724X_1^2 \quad (1)$$

$$Y = 7.5871 + 1.1667X_2 \quad (2)$$

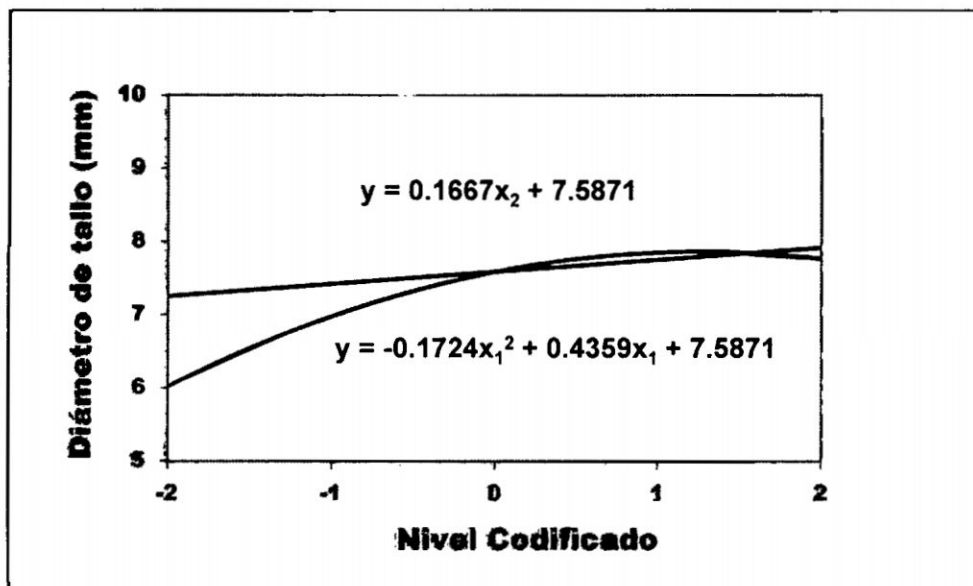


Gráfico 3.6. Influencia de los Niveles de Roca Fosfórica y Guano de Islas en el diámetro de tallo de plántulas de algarrobo

Se realizó algunos cálculos para poder determinar el nivel de Guano de Islas que maximiza la diámetro de tallo de algarrobo cuyo resultado es **1633 mg.bolsa⁻¹**

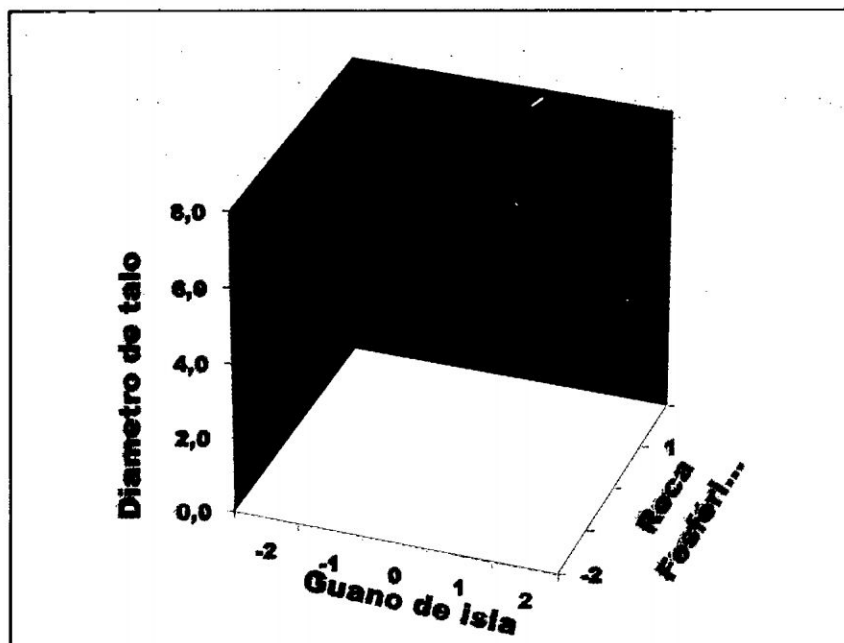


Gráfico 3.7. Superficie de respuesta del diámetro de tallo del plantones de algarrobo

3.4. PESO SECO FOLIAR DE PLANTONES DE ALGARROBO.

En el gráfico 3.9 se muestra los resultados del peso seco foliar de plantones de algarrobo, donde podemos notar que varía desde 4.37g del T₁₂ que corresponde al nivel de GI y RF (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 2.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) y T₁₃ que corresponde al nivel de GI y RF (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) con un peso de 4.33 g.bolsa⁻¹ mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el T₅ (0.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) con un peso de 3.10 g.bolsa⁻¹. También se debe destacar el hecho de que el tratamiento T₁ correspondiente al Testigo supera a los tratamientos T₂ y T₅ que tienen un nivel de abonamiento de (2.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 0.000 g.bolsa⁻¹ de R.F. y 0.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F) respectivamente, que brindan diferencias mínimas en miligramos.

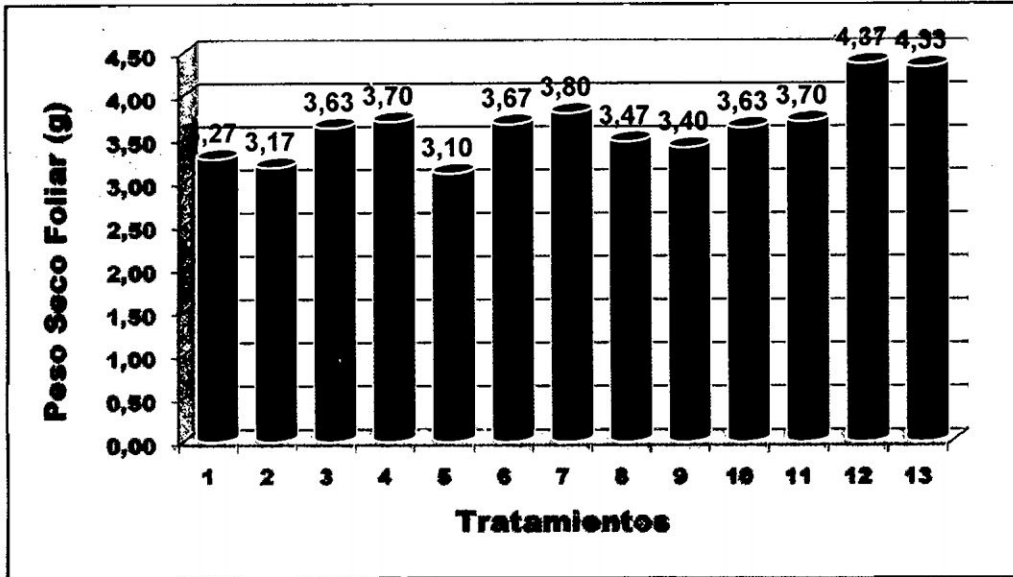


Gráfico 3.9. Peso seco del foliar de plántones de algarrobo

Estos resultados permiten afirmar que hubo un efecto positivo del abonamiento con GI y RF incubadas en EM, que se traduce en la obtención de plántones con peso seco foliar mayor a 4.0 g obtenidas en menor tiempo que normalmente resultan en 6 meses.

En el cuadro 3 (anexo) se muestra el análisis de variancia del peso seco foliar del plánton de algarrobo, donde podemos notar una alta significación estadística para tratamientos, lo que significa la existencia de diferencias entre los promedios de peso seco foliar en función a los niveles de GR y RF.

Para conocer entre cuáles de ellos, se ha realizado la prueba de contraste de Duncan (cuadro 3.1.) en cuyos resultados se observan que los tratamientos t_{12} (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 2.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) y T_{13} que corresponde al nivel de GI y RF (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) con pesos de 4.37 y 4.33 g.bolsa⁻¹, respectivamente, son

superiores estadísticamente a los demás tratamientos, que no difieren entre sí, con excepción del t_5 (1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F) que ocupa el último lugar con apenas pesa 3.10 g de peso seco foliar.

En el cuadro 3.8, se presenta el análisis de variancia de regresión para peso seco foliar de plántones de algarrobo, donde se observa respuesta significativa para el término lineal de GI y altamente significativa para el término lineal de RF y altamente significativa para el término cuadrático de GI.

Cuadro 3.8. Análisis de Variancia de Regresión para peso seco foliar de plántones de algarrobo

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Modelo	5	3.8710	0.7742	7.71	0.0001 **
X₁	1	0.0738	0.0738	0.73	0.3975 *
X₂	1	1.6662	1.6662	16.58	0.0003 **
X₁²	1	2.0449	2.0449	20.35	0.0001 **
X₂²	1	0.0160	0.0160	0.16	0.6924 NS
X₁X₂	1	0.0208	0.0208	0.21	0.6518 NS
Error	33	3.3156	0.1005		
TOTAL	38	7.1867			

CV=11.71381

De acuerdo con el cuadro 3.9, el modelo polinomial codificado sería:

$$Y = 3.8632 + 0.0308X_1 + 0.1462X_2 - 0.1261 X_1^2 + 0.0111X_2^2 + 0.0104X_1X_2$$

A partir de este modelo, se elaboró el gráfico 3.10 que muestra la superficie de respuesta para el efecto de GI y RF.

Cuadro 3.9. Coeficiente de Modelo Polinomial de Peso Seco Foliar del Plantones de Algarrobo.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	3.8632	45.54	0.0848	0.0001
X ₁	0.0308	0.86	0.0359	0.3975 NS
X ₂	0.1462	4.07	0.0359	0.0003 *
X ₁₁	-0.1261	-4.51	0.0279	0.0001 **
X ₂₂	0.0111	0.40	0.0279	0.6924 NS
X ₁ X ₂	0.0104	0.46	0.0229	0.6518

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor en forma independiente, se tendrían los modelos codificados siguientes (gráfico 3.10):

$$Y = 3.8632 + 0.0308X_1 - 0.1261X_1^2 \quad (1)$$

$$Y = 3.8632 + 0.1462X_2 \quad (2)$$

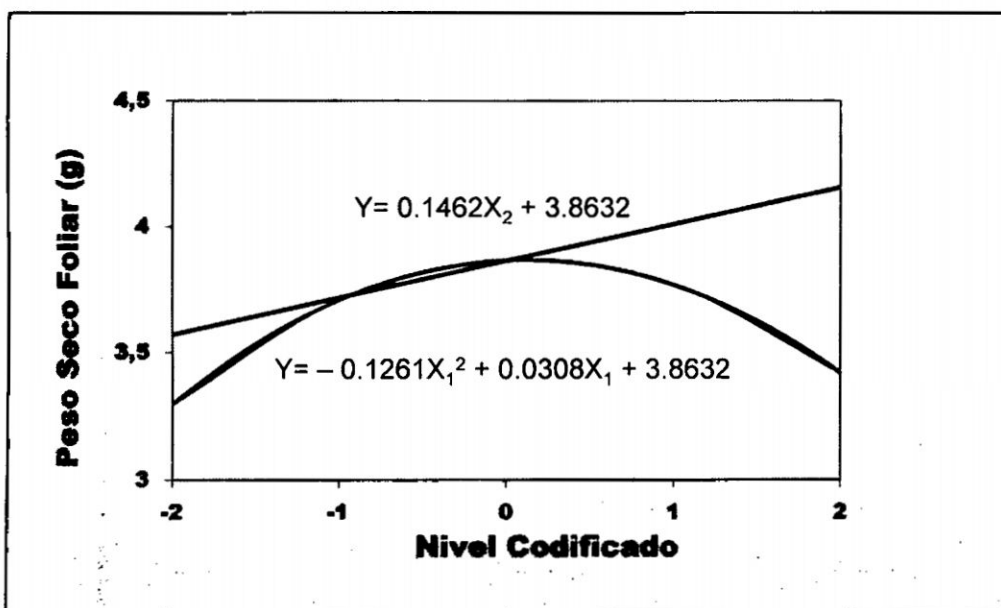


Gráfico 3.10. Influencia de los Niveles de RF y GI en el Peso seco Foliar de Plantones de Algarrobo

Al realizar cálculos para poder determinar el nivel de GI que maximiza el peso seco foliar de plántones de algarrobo, determinándose que el nivel óptimo de GI es de $1061 \text{ mg.bolsa}^{-1}$

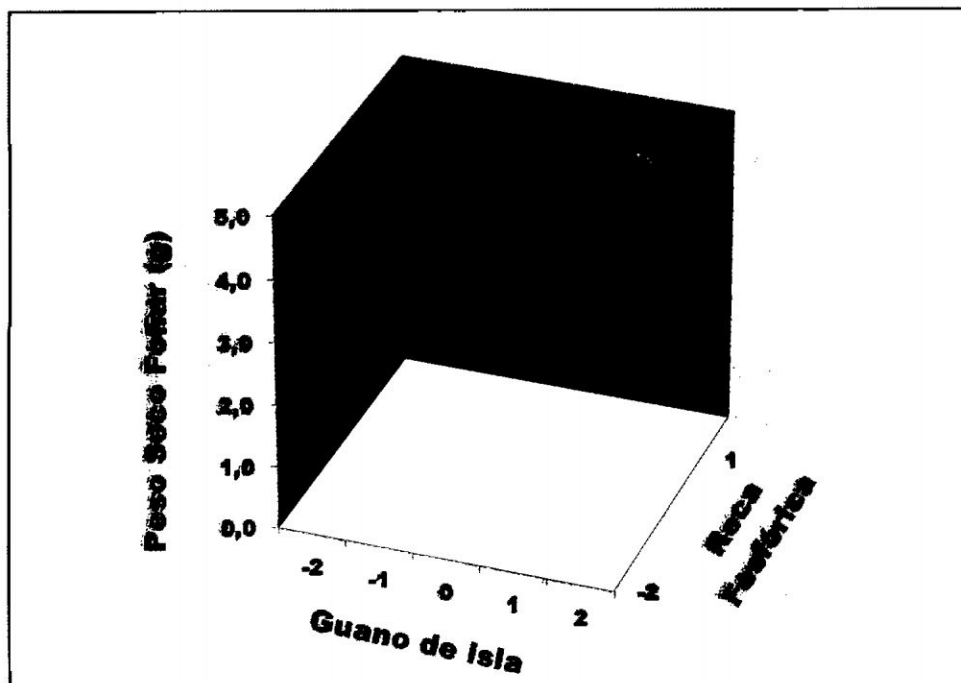


Gráfico 3.11. Superficie de Respuesta del Peso Seco Foliar de Plántones de Algarrobo

3.5. PESO SECO DE LA RAÍZ

En el gráfico 3.12, se muestra el peso seco de la raíz de plántones de algarrobo. Se puede apreciar que el peso seco de la raíz varía desde 3.7 g del t_{13} ($1.000 \text{ g.bolsa}^{-1}$ de G.I y $1.000 \text{ g.bolsa}^{-1}$ de R.F.) hasta 3.2 g que corresponde al t_2 ($2.000 \text{ g.bolsa}^{-1}$ de G.I).

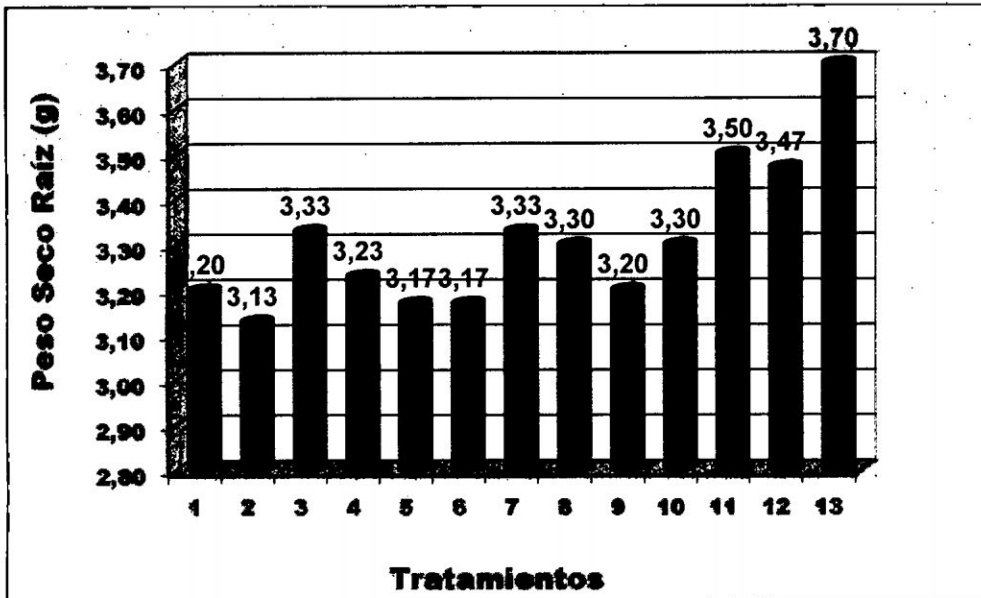


Gráfico 3.12. Peso Seco de Raíz de Plantones de Algarrobo

En el cuadro 4 del anexo, se muestra el Análisis de Variancia del peso seco de la raíz de plantones de algarrobo, donde se ha encontrado alta significación estadística para bloques y tratamientos lo que significa que existen diferencias entre los promedios de peso seco de raíz de plantones de algarrobo en función a los niveles de GI y RF.

Para conocer dichas diferencias se ha realizado la prueba de contraste de Duncan (ver cuadro 3.1.) en cuyos resultados se observan que el t_{13} es superior estadísticamente a todos los demás tratamientos, seguido de los tratamientos t_{11} y t_{12} también son superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento t_2 se encuentra en el último lugar con tan sólo 3.13 g de peso seco de raíz de algarrobo.

Los valores obtenidos significan que tanto la RF como el GI incubados influyen en el peso seco de la raíz, concordando con la bibliografía en el

sentido que el fósforo tiene mucha relación con el crecimiento y sanidad de la planta, especialmente con la raíz, tal como señala la FAO (2007) “... a nivel de planta completa, el fósforo es uno de los macronutrientes más importantes, induce la formación de un activo y potente sistema radicular, favorece la floración e influye marcadamente en la cantidad, peso y calidad de los frutos y semillas. Los cultivos resultan más resistentes a las plagas, enfermedades y responden mejor los efectos negativos del granizo, heladas, altas temperaturas y otros factores estresantes para la planta”

En el cuadro 3.10. se presenta el Análisis de Variancia de regresión para el peso seco de raíz de plántones de algarrobo, donde se observa respuestas significativas tanto para el término lineal de RF como para el término cuadrático de GI.

Cuadro 3.10. Análisis de Variancia de Regresión para Peso de la Raíz de Plántones de Algarrobo

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Modelo	5	0.4701	0.0940	3.76	0.0084 *
X₁	1	0.0012	0.0012	0.05	0.8313 NS
X₂	1	0.1662	0.1662	6.64	0.0146 *
X₁²	1	0.2367	0.2367	9.46	0.0042*
X₂²	1	0.0143	0.0143	0.57	0.4549 NS
X₁X₂	1	0.0008	0.0008	0.03	0.8563 NS
Error	33	0.8258	0.0294		
TOTAL	38	1.2959			

C.V = 8.72

De acuerdo al cuadro 3.11. , el modelo polinomial codificado, sería:

$$Y = 3.4172 + 0.0038 X_1 + 0.0462 X_2 - 0.0429 X_1^2 - 0.0105 X_2^2 - 0.00020 X_1 X_2$$

A partir de este modelo, se elaboró el gráfico 3.13, que muestra la superficie de respuesta para el efecto de GI y RF.

Cuadro 3.11. Coeficientes del Modelo Polinomial de Peso Seco de la Raíz de Plantones de Algarrobo

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estánd. del valor estimado	Pr > T
Intercepto	3.4172	80.72	0.0423	0.0001
X ₁	0.0038	0.21	0.0179	0.8313 NS
X ₂	0.0462	2.58	0.0179	0.0146 *
X ₁₁	-0.0429	-3.08	0.0139	0.0042 *
X ₂₂	-0.0105	-0.76	0.0139	0.4549 NS
X _{1X₂}	-0.0020	-0.18	0.0114	0.8563

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor en forma independiente, se tendría los modelos codificados siguientes (gráfico 3.12):

$$Y = 3.4172 + 0.0038 X_1 - 0.0429 X_1^2 \quad (1)$$

$$Y = 3.4172 + 0.0462 X_2 \quad (2)$$

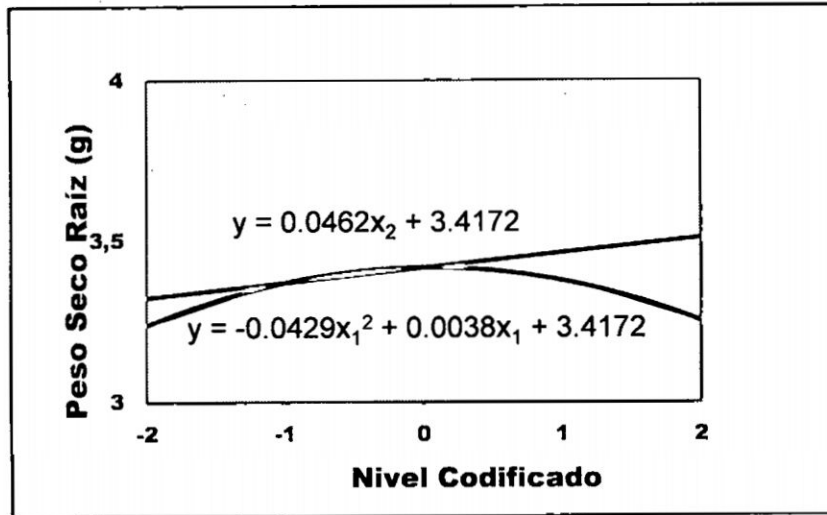


Gráfico 3.12. Influencia de los Niveles de Roca Fosfórica y Guano de Islas en el Peso Seco de Raíz de Plantones de Algarrobo

Para determinar el nivel óptimo del GI que maximiza el peso seco de la raíz de algarrobo, se realiza diversos cálculos, obteniéndose el nivel de **1022 mg.bolsa⁻¹**. en comparación tesis de Elsa Conga Rojas 1825 ppm GI

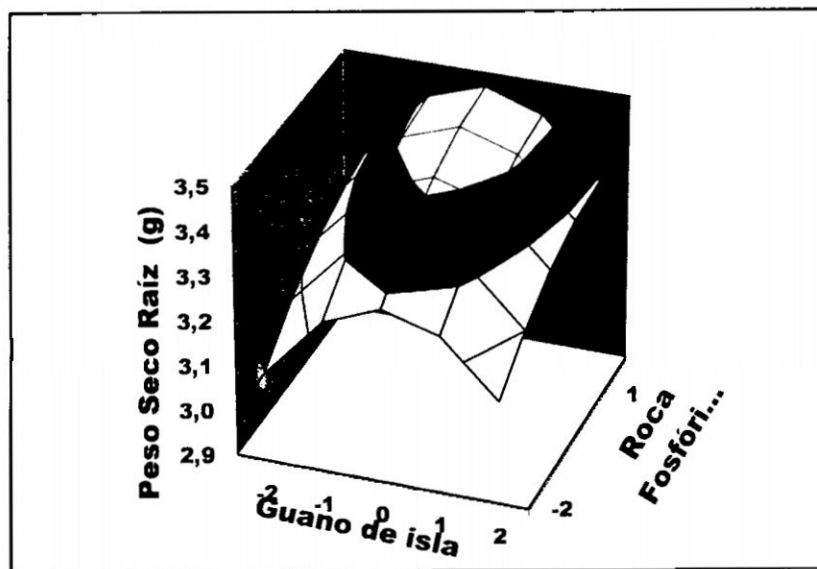


Gráfico 3.13. Superficie de Respuesta del Peso Seco de Raíz de Plantones de Algarrobo

3.6. LONGITUD DE RAÍZ

En el gráfico 3.14 se muestra la longitud de raíz de plántones de algarrobo. Se puede apreciar que la longitud de raíz varía de 58.33 cm del t_{13} (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) a 27.3 cm. del tratamiento 11 (1.000 g.bolsa⁻¹ de GI y 1500 g.bolsa⁻¹).

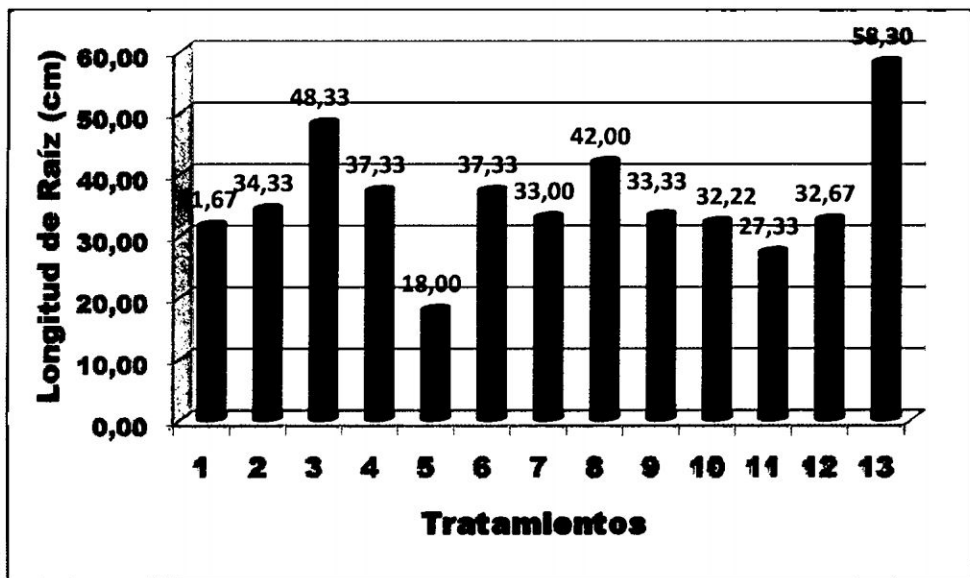


Gráfico 3.14. Longitud de Raíz de Plántones de Algarrobo

En el cuadro 5 (ver anexo) se muestra el Análisis de Variancia de la longitud de la raíz del algarrobo, donde podemos notar que se ha encontrado alta significación estadística para tratamientos, lo que significa que existen diferencias entre los promedios de longitud de raíz de plántones de algarrobo en función a los niveles de GI y RF.

Para determinar entre cuáles tratamientos existen diferencias, se ha realizado la prueba de contraste de Duncan (ver cuadro 3.1), cuyos

resultados nos muestran que el t_{13} (1.000 g.bolsa⁻¹ de G.I y 1.000 g.bolsa⁻¹ de R.F.) es muy superior estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de t_3 (2000 g.bolsa⁻¹ de RF), t_8 (2000 g.bolsa⁻¹ de GI y 1000 g.bolsa⁻¹ de RF) mientras que el t_{11} (1000 g.bolsa⁻¹ de GI y 1500 g.bolsa⁻¹) ocupa el último lugar con sólo 27.3 cm, siendo superado estadísticamente por todos los otros tratamientos.

Estos valores nos indican que tanto el GI como la RF, sometidos a 20 días de incubación, influyen directamente en el crecimiento de la raíz.

En los cuadros 3.14. y 3.15 se muestran el Análisis de Variancia de regresión para longitud de raíz de plántones de algarrobo y Coeficiente del Modelo Polinomial de longitud de raíz de plántones de algarrobo, donde se observan respuestas no significativas para los términos lineal y cuadrática de GI y RF.

Cuadro 3.14. Análisis de Variancia de Regresión para Longitud de Raíz de Plántones de Algarrobo

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Modelo	5	343.522	68.704	0.98	0.444
X₁	1	0.0128	0.0128	0.00	0.989 NS
X₂	1	125.653	125.653	1.79	0.189 NS
X₁²	1	25.417	25.417	0.36	0.551 NS
X₂²	1	68.895	68.895	0.98	0.328 NS
X₁X₂	1	140.083	140.083	2.00	0.166
Error	33	2310.837	70.025		
TOTAL	38	2654.359			

C.V.=22.69%

Cuadro 3.15. Coeficiente del Modelo Polinomial de Longitud de Raíz de Plantones de Algarrobo

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro=0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	37.4465	16.72	2.2394	0.0001
X ₁	0.0128	0.01	0.9475	0.9893 NS
X ₂	1.2692	1.34	0.9475	0.1895 NS
X ₁₁	0.4445	0.60	0.7379	0.5510 NS
X ₂₂	-0.7319	-0.99	0.7379	0.3285 NS
X ₁ X ₂	-0.8542	-1.41	0.6039	0.1666

En consecuencia, no es pertinente realizar ningún análisis o estudio.

Sin embargo, presentamos los gráficos para indicar que existe la tendencia pero no es significativa.

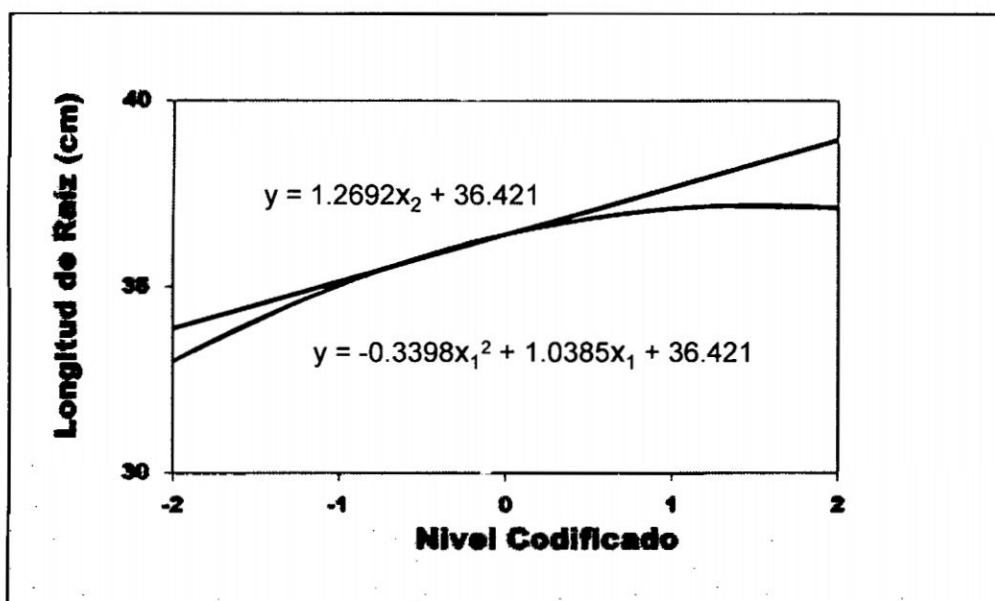


Gráfico 3.15. Influencia de los Niveles de Roca Fosfórica y Guano de Islas en la Longitud de Raíz de Plantones de Algarrobo

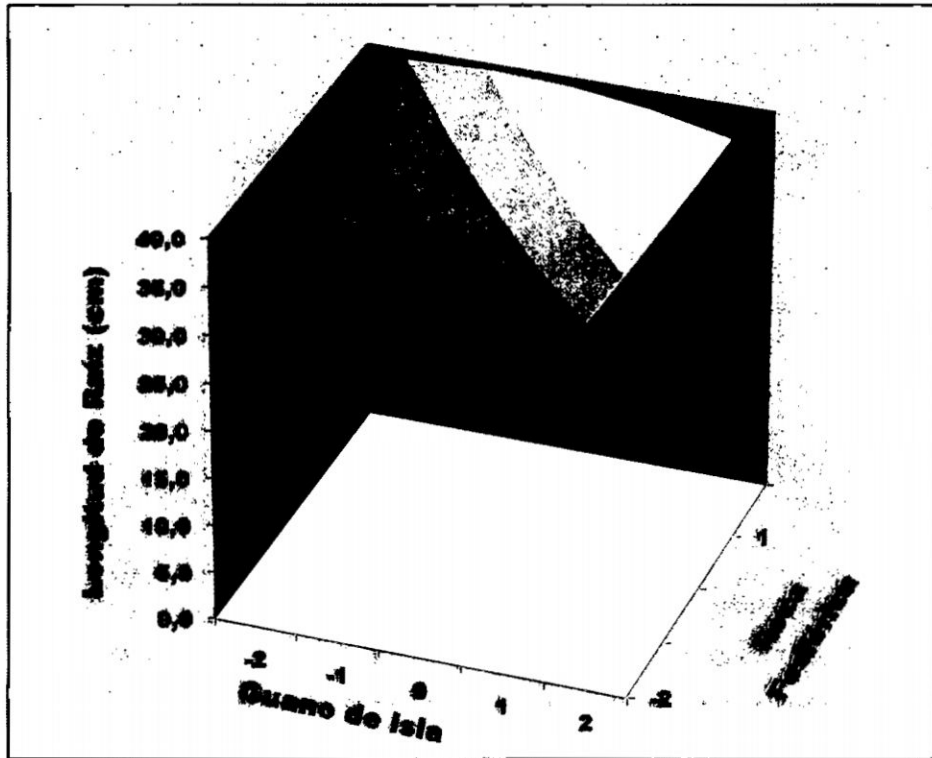


Gráfico 3.16. Superficie de Respuesta de la Longitud de Raíz de Plantones de Algarrobo

3.7. PROTECCIÓN VEGETAL

En cuanto se refiere a la sanidad de las plántulas y plantones de algarrobo, debemos señalar que, como es lógico, las malezas acompañaron siempre a los plantones, las mismas que fueron extraídas manualmente para evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y espacio.

3.8. LIGNIFICACIÓN

La lignificación se inició a los 4.8 meses del repique incrementándose la dureza del tallo hasta los 6 meses, momento en el cual los plantones se encuentran aptos para ser llevados a campo definitivo. Debe señalarse

que la lignificación se presenta al margen del tamaño, tanto para pequeños como para grandes, situación diferente al de las especies introducidas como el eucalipto y pino cuya lignificación guarda relación con el tamaño de los plantones (Cozzo, 2006).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. La germinación-emergencia de las plántulas de algarrobo alcanzó un 100% hasta los 26 días después de la siembra.
2. Se determinó el efecto positivo de niveles crecientes de GI y RF incubados en una solución de microorganismos eficaces durante 20 días, en el crecimiento y desarrollo de plantones de calidad de algarrobo, con excepción de longitud de raíces.
3. Presenta generalmente una respuesta altamente significativa para términos lineal y cuadrático en Guano de isla, con excepción para longitud de raíces.
4. El nivel promedio óptimo de GI para alcanzar plantones de calidad fue $1214 \text{ mg.bolsa}^{-1}$.
5. El nivel óptimo para alcanzar la mayor altura de plantones fue $1140 \text{ mg.bolsa}^{-1}$ de GI.

6. El nivel óptimo para alcanzar el mayor diámetro de tallo fue 1633 mg.bolsa⁻¹ de GI
7. El nivel óptimo para conseguir el mayor peso seco foliar del plantones de algarrobo fue 1061 mg.bolsa⁻¹ de GI.
8. El nivel óptimo de GI para alcanzar el mayor peso de raíz fue 1022 mg.bolsa⁻¹.
9. Respecto a la RF no se pudo determinar el nivel óptimo por el modelo de la curva resultante.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Para utilizar GI y RF, en la producción de plantones en vivero deben incubarse con microorganismos eficaces (ME) durante 20 días.
2. Tener semillas de algarrobo de calidad para evitar contratiempos en la planificación de producción de plantones forestales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. AGUIRRE, A. 2004. Propagación de Especies Forestales Nativas de la Región Andina del Perú. Cusco.
2. ----- 2003. Evaluación de dos Plantaciones de Algarrobo (*Prosopis pallida*) con Riego por goteo en las Zonas áridas del departamento de Piura e Ica. Impresiones Gráficas EIRL. 1ra. edic. Lima.
3. ANAYA, D. 1998 Efecto de Tratamientos pre-germinativos en semillas de tara (*Caesalpinia tinctoria*) y algarrobo (*Prosopis juliflora*) en Vivero a 2750 msnm, Ayacucho. Trabajo de Investigación Pre-profesional. FCA. UNSCH.
4. ATERSON, J. 2005. Investigaciones de Fertilizaciones en Viveros Forestales Escoceses. J. Soc. Foot Agric. 20, No. 7: 415-416. Gran Bretaña. Inglaterra.
5. BLACK, C.A. 1975. Relaciones Suelo Planta. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. T II
6. BRACK, A. y MENDIOLA, C. 2000. Ecología del Perú. Editorial Bruño. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Lima. 495 p.
7. CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima.
8. CAMASCA, A. 1984. Horticultura Practica Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCITEC Ayacucho,
9. CASTILLA, V. J. 1995. Fertilización en el cultivo de frijol E.E. Donoso – INIA. Lima.
10. CEPEDA, J. M. 1997. Química de suelos- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Editorial Trillas. México. 168 p.
11. CONGA, E. 2013 Roca Fosfórica y Guano de Isla incubados en una Solución de Microorganismos en la Producción de Plantones de Algarrobo (*Prosopis sp.*) utilizando Sustrato Acido y Alcalino, Ayacucho, 2760 msnm. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.

12. COZZO, D. 2006. Tecnología de la Forestación en Argentina y en América Latina. Edit. Hemisferio Sur. Argentina.
13. DIAZ, A. C. 2005. Los Algarrobos. 1ra. edic. Editorial Libertad. Trujillo. Perú.
14. DONAHUE, R. et al. 2001 Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas. Edit. Prentice Hill Internacional.
15. ENCI, 1980. Empresa Nacional Comercializadora de Insumos. Manual del uso de fertilizantes.
16. FAO. 2007. Situación de los Bosques del Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
17. FAO. 2005. La silvicultura y el Desarrollo Rural. Roma. Italia.
18. FERNANDEZ, G. y PARDOS, A. 1996. Principios Básicos y Procedimientos de Evaluación de la Calidad de Planta Forestal. Madrid. 25 p.
19. FERREYRA, R. 2007. Estudio Sistemático de los Algarrobos en la Costa Norte del Perú. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional Forestal y de Fauna. Lima.
20. FRANCIOSI, R. 1984. La Fruticultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
21. FRIAS, R. 2002. Efectos de la Escarificación en la Germinación del Algarrobo. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima.
22. GALLOWAY, G. 1985. Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana. Proyecto FAO- Holanda-INFOR. Lima.
23. GÁLVEZ, J.N. 2009 Roca Fosfórica Incubada en Solución de microorganismos Eficaces en el Rendimiento de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
24. HIGA, T y PARR, J. 1991. Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) disponible en <http://www.fundases.com/p/em01.html>. Accesado 10 de octubre del 2011.

25. KUPRAT, 2004. Microorganismo efectivos disponible en <http://www.agua-viva.info/es/microorg.htm>. Accesado 16 de noviembre del 2011.
26. PIMENTEL, G. 2007. El Precioso Algarrobo. Dirección General de Forestal y de Fauna. UNALM. Lima.
27. PLATZER, H. 2004. Fertilización Orgánica y Mineral en Viveros Forestales. Austria.
28. PRETEL y OCAÑA. 1985 Apuntes sobre Algunas Especies Forestales en la Sierra Peruana. Proyecto FAO-Holanda. Lima.
29. SOLANO, R. 2009. Curso de Forestación. Texto Universitario. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho.
30. SUQUILANDA, V. 2001. La producción Orgánica de Cultivos en el Ecuador. Quito, Ecuador.
31. TINEO, A. 2014. "Superficies de Respuesta: el Diseño 03 de Julio; aplicaciones agronómicas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
32. THOMPSON, L. 1974. El suelo y su fertilidad. Edit. Reverté. Madrid. 356 p.
33. piuraweb.com accesado el 16 de noviembre del 2011.
34. www.fao.org accesado el 20 de noviembre del 2011
35. www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm accesado el 21 de noviembre del 2011.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Vivero Forestal del NIPUH de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de determinar el efecto del Guano de Islas (GI) y Roca Fosfórica (RF) incubados en solución de microorganismos benéficos, en la producción de plántones de algarrobo. Para ello, se utilizó el diseño de tratamientos denominado "Diseño 03 de Julio" para 2 factores y 5 niveles. Los tratamientos se distribuyeron en diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, estableciéndose 39 unidades experimentales. Para el proceso de germinación se realizó el tratamiento pregerminativo denominado corte apical resultando 100% de germinación. Las aplicaciones del GI y RF incubadas en microorganismos benéficos durante 20 días influyen directamente en la producción de plántones de algarrobo. Se requiere en promedio $1214 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI, para obtener una buena producción de plántones y en menor tiempo. Respecto a la RF no se pudo determinar el nivel óptimo por el modelo de la curva resultante. Los niveles óptimos para alcanzar los mayores valores en las variables evaluadas que son altura de planta, diámetro de tallo, peso seco foliar y peso de raíz son: $1140 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI., $1633 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI., $1061 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI. y $1022 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. La lignificación de los plántones de algarrobo se inició, aproximadamente, a los 4.8 meses del repique, encontrándose apto a los 6 meses para llevar a campo definitivo. Presenta generalmente una respuesta altamente significativa para términos lineal y cuadrático en Guano de isla, con excepción para longitud de raíces.

A N E X O

Cuadro a1. Análisis de Variancia de altura de plántones de algarrobo.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIÓN	2	190.153846	95.0769231	5.91	0.0082**
TRATAMIENTO	12	631.230769	52.6025641	3.27	0.0065**
ERROR	24	385.846154	16.0769231		
TOTAL	38	1207.23077			

C.V. = 14.64%

Cuadro a2. Análisis de Variancia de diámetro de tallo de plántones de algarrobo.

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICION	2	1.077	0.538	0.83	0.45 NS
TRATAMIENTO	12	32.256	2.688	4.14	0.0015**
ERROR	24	15.589	0.649		
TOTAL	38	48.923			

C.V. = 11.15%

Cuadro a3. Análisis de Variancia de peso seco foliar de de plántones de algarrobo

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIÓN	2	0.0528	0.0264	0.3559	0.7041 NS
TRATAMIENTO	12	5.3533	0.4461	6.0132	0.0001**
ERROR	24	1.7805	0.0741		
TOTAL	38	7.1866			

C.V. = 7.49%

Cuadro a4. Análisis de Variancia de Peso Seco de Raíz de plántones de Algarrobo

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIÓN	2	0.194	0.0972	15.31	0.0001**
TRATAMIENTO	12	0.9492	0.0791	12.46	0.0001**
ERROR	24	0.1523	0.0063		
TOTAL	38	1.2959			

C.V.=2.41%

Cuadro a5. Análisis de Variancia de Longitud de Raíz de Plantones de Algarrobo

FUENTES	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIÓN	2	1.846	0.923	016	0.8494 NS
TRATAMIENTO	12	2519.03	209.92	40.33	0.0001 **
ERROR	24	135.33	5.21		
TOTAL	38	2654.36			

CV= 6.19%

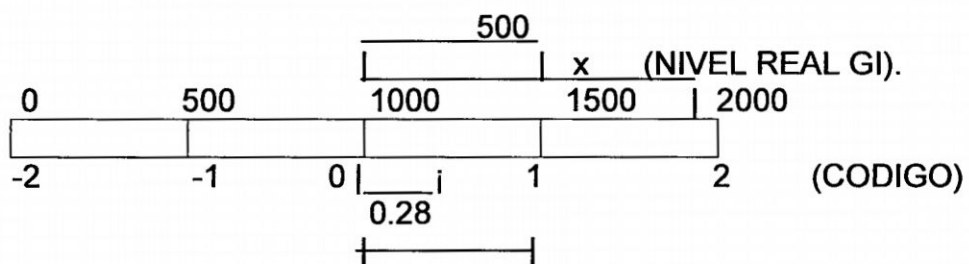
DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE GUANO DE ISLAS

ALTURA DE PLANTÓN

Para determinar el nivel de Guano de islas que maximiza la altura del plantón de algarrobo se ha realizado los siguientes cálculos;

$$Y = 29.994 + 0.5641x_2 - 1.0101x_2^2 \quad (2)$$

Derivando: $\frac{dy}{dx} = 0$; $0.5641 - 2.0202 X_2 = 0$; $X_1 = \frac{0.5641}{2.0202} = \underline{\underline{0.28}}$



Extrapolando, se tiene:

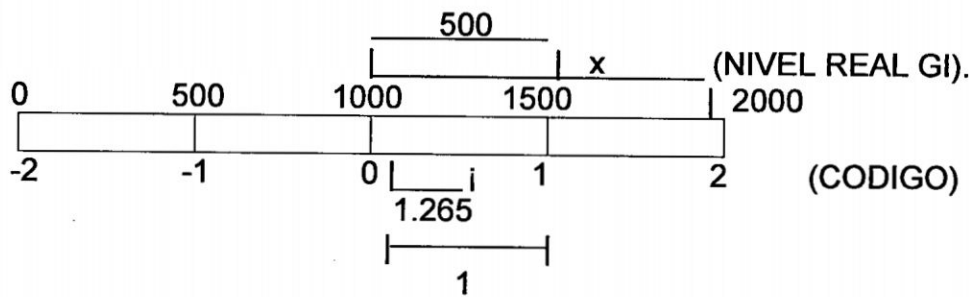
$$\frac{X}{0.28} = \frac{500}{1} \implies X = \frac{500}{1} \times 0.28 = \underline{\underline{140}}$$

NIVEL ÓPTIMO DE GUANO DE ISLA: GI: $1000 + 140 = \underline{\underline{1140}}$ mg.bolsa⁻¹

DIÁMETRO DE TALLO

$$Y = 7.5871 + 0.4359X_1 - 0.1724X_1^2 \quad (1)$$

Derivando: $\frac{dy}{dx} = 0$; $0.436 - 0.3448X_1 = 0$; $X_1 = \frac{0.436}{0.3448} = \underline{\underline{1.265}}$



Extrapolando, se tiene:

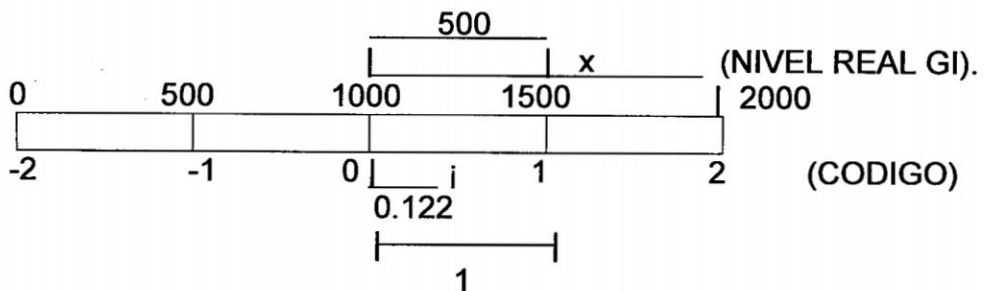
$$\frac{X}{1.265} = \frac{500}{1} \implies X = \frac{500}{1} \times 1.265 = \underline{632}$$

NIVEL ÓPTIMO DE GUANO DE ISLA $_{opt}$: $1000 + 632 = \underline{1633}$ mg.bolsa⁻¹

PESO SECO FOLIAR

$$Y = 3.8632 + 0.0308X_1 - 0.1261X_1^2$$

Derivando: $\frac{dy}{dx} = 0$; $0.0308 - 0.2522 X_2 = 0$; $X_1 = \frac{0.0308}{0.2522} = \underline{0.122}$



Extrapolando, se tiene:

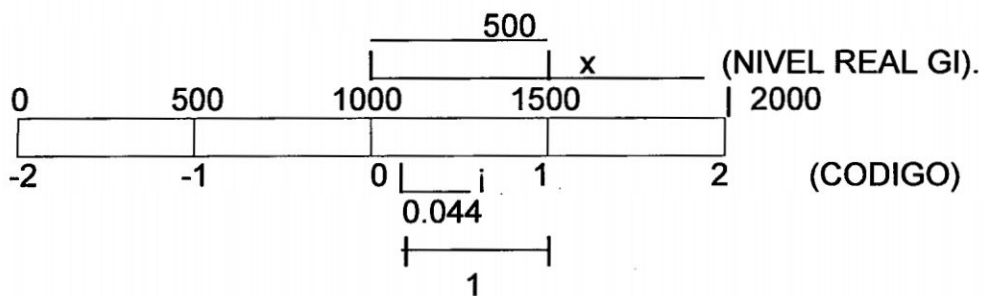
$$\frac{X}{0.122} = \frac{500}{1} \implies X = \frac{500}{1} \times 0.122 = \underline{61}$$

NIVEL ÓPTIMO DE GUANO DE ISLA: GI_{opt} : $1000 + 61 = \underline{1061}$ mg.bolsa⁻¹

PESO SECO DE RAÍZ

$$Y = 3.4172 + 0.0038 X_1 - 0.0429 X_1^2 \quad (1)$$

Derivando: $\frac{dy}{dx} = 0$; $0.0038 - 0.0858 X_2 = 0$; $X_1 = \frac{0.0038}{0.0858} = \underline{\underline{0.044}}$



Extrapolando, se tiene:

$$\frac{X}{0.044} = \frac{500}{1} \implies X = \frac{500}{1} \times 0.044 = \underline{\underline{22.1}}$$

NIVEL ÓPTIMO DE GUANO DE ISLA: $GI_{opt} = 1000 + 22.1 = 1022$
 mg.bolsa⁻¹