



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Dosis de fertilización para obtener mayor
rendimiento de *Crotalaria (Crotalaria juncea L.)*
en la provincia de Lamas– San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Jair Rodríguez Gonzales

<https://orcid.org/0009-0005-3216-3028>

Asesor:

Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García

<https://orcid.org/0000-0002-5273-0182>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Dosis de fertilización para obtener mayor
rendimiento de *Crotalaria (Crotalaria juncea L.)*
en la provincia de Lamas– San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Jair Rodríguez Gonzales

Sustentado y aprobado el 12 de junio de 2023, por los siguientes jurados.

Presidente de Jurado

Dr. Carlos Rengifo Saavedra

Secretario de Jurado

Ing. Dra. Patricia Elena García
Gonzales

Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva

Asesor

Ing. M.Sc. José Carlos García
Rojas

Tarapoto, Perú

2023



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Modalidad Informe de Tesis

En la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias Ciudad Universitaria, a las 10 horas, del día 12 del mes Junio del año dos mil veintitrés, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

- PRESIDENTE : Dr. Carlos Rengifo Saavedra
SECRETARIO : Dra. Patricia Elena García Gonzáles
MIEMBRO : Ing. M. Sc. Harry Saavedra Alva
ASESOR : Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García

Para evaluar el Informe de tesis titulado: "Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de Crotalaria (Crotalaria juncea L.) en la provincia de Lamas- San Martin", Presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias: JAIR RODRÍGUEZ GONZÁLES.

Los Miembros de Jurado del Informe de tesis, después de haber observado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO con el calificativo de NOY BUENO, en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 11:30 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Carlos Rengifo Saavedra PRESIDENTE
Ing. M. Sc. Harry Saavedra Alva MIEMBRO

Dra. Patricia Elena García Gonzáles SECRETARIO
Ing. M. Sc. Jose Carlos Rojas García ASESOR

Jair Rodríguez Gonzáles SUSTENTANTE

RECIBIDO POR: Jair Rodriguez Gonzales
DNI N.º 44461817 FECHA: 12/06/2023

Declaratoria de autenticidad


Jair Rodríguez Gonzales, con DNI N° 46441817, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de *Crotalaria (Crotalaria juncea L.)* en la provincia de Lamas – San Martín.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 12 de junio de 2023.


.....
Jair Rodríguez Gonzales
DNI: 46441817



Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de <i>Crotalaria</i> (<i>Crotalaria juncea</i> L.) en la provincia de Lamas– San Martín)</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas y Forestales</p> <p>Línea de investigación: Silvicultura y Manejo Forestal Sostenible.</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
---	---

<p>Autor:</p> <p>Jair Rodríguez Gonzales</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias</p> <p>Escuela Profesional de Agronomía</p> <p>https://orcid.org/0009-0005-3216-3028</p>
---	---

<p>Asesor:</p> <p>Ing. M. Sc. José Carlos García Rojas</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ciencias Agrarias</p> <p>Escuela Profesional de Agronomía</p> <p>https://orcid.org/0000-0002-5273-0182</p>
---	---

Dedicatoria

A mis padres, mi padre Hernán Rodríguez Perea, por sus consejos, sacrificio y por ser un ejemplo para formarme como un hombre de bien; a mi madre Margarita Gonzales Trigozo por su dedicación, paciencia y por ser pieza fundamental en este largo trayecto de mi vida.

A mi querida esposa, Sharon Castañeda Alvarado quien día a día me motivo a no rendirme y seguir adelante, luchando juntos para alcanzar nuestras metas y sueños, y a mi hermana Milagritos Rodríguez Gonzales quien me brindo el apoyo y la confianza en todo este proyecto.

Agradecimiento

A Dios, por darme todos los días la oportunidad de vivir y trabajar para alcanzar todas mis metas propuestas.

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Martín, en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias quienes me impartieron los conocimientos necesarios para lograr alcanzar esta importante meta.

A mi asesor el Ing. José Carlos García Rojas quien enrumbo este proyecto con su apoyo técnico y así poder alcanzar el objetivo trazado.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	19
2.2.1. <i>Crotalaria juncea</i> L.....	19
2.2.2. Abonos verdes	20
2.2.3. Roca fosfórica	21
2.2.4. Ulexita.....	22
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Materiales	23
3.1.1.1. Ubicación política.....	23
3.1.1.2. Ubicación geográfica.....	23
3.1.1.3. Periodo de ejecución.....	23

	10
3.1.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	23
3.1.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales.....	23
3.2. Metodología.....	25
3.2.1. Sistema de variables.....	27
3.2.2. Tratamientos.....	27
3.2.3. Diseño de la investigación.....	27
3.2.4. Ejecución del experimento.....	28
3.2.5. Evaluaciones realizadas v.....	31
3.2.6. Determinación de la dosis de roca fosforica y ulexita.....	33
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Altura de la planta (cm).....	33
4.2. Porcentaje de sanidad.....	36
4.3. Peso de 1 000 semillas (g).....	39
4.4. Peso con cáscara (g).....	42
4.5. Peso sin cascara (g).....	44
4.6. Rendimiento de la semilla (kg/ha).....	47
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Composición química de la roca fosfórica</i>	24
Tabla 2 <i>Composición química de la ulexita</i>	24
Tabla 3 <i>Descripción de los tratamientos</i>	25
Tabla 4 <i>Análisis de varianza de la altura de la planta (cm)</i>	33
Tabla 5 Prueba de Tukey de altura de planta en cm.....	34
Tabla 6 <i>Análisis de varianza del porcentaje de sanidad</i>	36
Tabla 7 Prueba Tukey porcentaje de sanidad.....	37
Tabla 8 <i>Análisis de varianza del peso de 1 000 semillas (g)</i>	39
Tabla 9 Prueba Tukey para peso de 1000 semillas (g)	40
Tabla 10 <i>Análisis de varianza del peso con cáscara (g)</i>	42
Tabla 11 Prueba Tukey para peso con cáscara.....	43
Tabla 12 <i>Análisis de varianza del peso sin cascara (g)</i>	45
Tabla 13 Prueba Tukey peso sin cáscara	45
Tabla 14 <i>Análisis de varianza del rendimiento de la semilla (Kg/ha)</i>	47
Tabla 15 Prueba Tukey rendimiento de la semilla (kg/ha)	48

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Croquis del diseño de distribución de los tratamientos en la parcela experimental.....	27
<i>Figura 2.</i> Fertilización manual localizada en <i>C. juncea</i> en la parcela experimental	28
<i>Figura 3.</i> Cosecha manual de <i>C. juncea</i> en la parcela experimental.....	29
<i>Figura 4.</i> Almacenamiento de <i>C. juncea</i> en casa sombra de la Facultad de Agronomía.....	29
<i>Figura 5.</i> Separación de semillas de <i>C. juncea</i> de acuerdo al estado fitosanitario.	30
<i>Figura 6.</i> Peso de 1000 semillas.....	31
<i>Figura 7.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) de la altura de la planta (cm) de crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización.....	35
<i>Figura 8.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del porcentaje de sanidad de semillas de crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización. Letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.....	38
<i>Figura 9.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso de 1000 semillas (g) de crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización.....	41
<i>Figura 10.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso con cáscara (g) de Crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización.....	44
<i>Figura 11.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso sin cáscara (g) de crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización. Letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.....	46
<i>Figura 12.</i> Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del rendimiento de la semilla (kg/ha) de crotalaria (<i>C. juncea</i>) con diferentes dosis de fertilización.	49

RESUMEN

La disponibilidad y costo de fertilizantes sintéticos no se ajustan a la realidad del productor, sumándose a suelos altamente degradados y ácidos en la Amazonía peruana producto de actividades como agricultura intensiva y migratoria. Una solución a este problema es el uso de la crotalaria (*Crotalaria juncea*), que permite el mejoramiento y restauración del suelo. El objetivo de esta investigación fue incrementar los rendimientos de *C. juncea*, bajo diferentes dosis de fertilización de fuentes de fósforo y boro, como es el uso de roca fosfórica y ulexita, evaluando variables agronómicas y rendimiento de semilla en la provincia de Lamas, San Martín. El diseño empleado fue un DBCA de 3 bloques, 20 tratamientos (dosis de fertilización de roca fosfórica y ulexita), con 10 repeticiones cada uno. Las variables evaluadas fueron altura de planta, porcentaje de sanidad, peso de 1 000 semillas, peso con cáscara y peso de semillas secas sin cáscara. Los resultados obtenidos indican que el T9 (roca fosfórica 103,68 kg/ha + ulexita 00 kg/ha), alcanzó los mejores resultados en todas las variables: altura de planta (132 cm), porcentaje de sanidad de semillas (85,37 %), peso de 1 000 semillas (32,66 g), peso de semillas con cáscara (5 800 g), peso seco de semillas sin cáscara (3 906,67 g), y rendimiento (1 562,67 kg/ha). En contraste, el testigo (T1), obtuvo los menores promedios en todas las variables evaluadas. En vista a los resultados, se concluye que la incorporación de roca fosfórica en esa dosificación tiene efectos positivos el desarrollo y la producción de semillas vegetal de *C. juncea* en suelos ácidos.

Palabras clave: Abono verde, fabáceas, fertilización, suelos ácidos, semillas.

ABSTRACT

The availability and cost of synthetic fertilizers do not adjust to the reality of the producer, adding to highly degraded and acid soils in the Peruvian Amazon as a result of activities such as intensive and migratory agriculture. A solution to this problem is the use of crotalaria (*Crotalaria juncea*), which allows the improvement and restoration of the soil. The objective of this research was to increase the yields of *C. juncea*, under different doses of fertilization from phosphorus and boron sources, such as the use of phosphoric rock and ulexite, evaluating agronomic variables and seed yield in the province of Lamas, San Martin. The design used was a DBCA of 3 blocks, 20 treatments (fertilization doses of phosphoric rock and ulexite), with 10 repetitions each. The variables evaluated were plant height, health percentage, weight of 1000 seeds, weight with shell and weight of dry seeds without shell. The results obtained indicate that T9 (phosphoric rock 103,68 kg/ha + ulexite 00 kg/ha), achieved the best results in all variables: plant height (132 cm), percentage of seed health (85,37%), weight of 1000 seeds (32,66 g), weight of shelled seeds (5800 g), dry weight of shelled seeds (3906,67 g), and yield (1562,67 kg/ha). In contrast, the control (T1) obtained the lowest averages in all the variables evaluated. In view of the results, it is concluded that the incorporation of phosphoric rock in this dosage has positive effects on the development and production of *C. juncea* plant seeds in acid soils.

Keywords: Green manure, Fabaceae, fertilization, acid soils, seeds.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El auge por la agricultura sostenible en las últimas décadas se ha venido posicionando, con expectativas de sustentar la seguridad alimentaria en ecosistemas saludables, así como el de mitigar el calentamiento global, buscando equidad social, ambiental y económica. Esto con el propósito de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, garantizando así una rentabilidad y comercio justo, apoyándose de una política y sistemas de gobernanza que promuevan el desarrollo sustentable.

No obstante, para alcanzar una agricultura sostenible, ésta debe exhibir en sus componentes diferentes mecanismos, entre ellas la fertilización orgánica, encontrándose una alternativa en el uso de los abonos verdes, usando principalmente las leguminosas, debido a la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, cumpliendo el papel de mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales del suelo.

Lo anterior lleva, a lograr mejores ganancias en rendimientos del cultivo establecido, que a su vez justifica el manejo agronómico orgánico, rompiendo barreras de que no son rentables, y necesitan de un mayor tiempo, mayor espacio.

La disponibilidad y costo de fertilizantes sintéticos no se ajustan a la realidad del productor, sumándose a suelos altamente degradados y ácidos en la Amazonia peruana producto de actividades como agricultura intensiva y migratoria, sobrepastoreo. Así como tala ilegal que como consecuencia determina que los rendimientos en diferentes cultivos ya no resulten rentables.

Una vía accesible es el uso de la crotalaria (*Crotalaria juncea*), que permite el mejoramiento y restauración del suelo con el aporte de materia orgánica y agua, además de acuerdo con Muroaka et al. (2002), puede aportar aproximadamente 149 kg ha⁻¹ de N disponible al suelo. Por otro lado, germina y se desarrolla rápidamente, suprime las malezas, reduce nematodos en el suelo, fija N₂ atmosférico, generar abundante materia orgánica, conservar la humedad del suelo y suministrar nutrientes.

Lo indicado, refleja que esta especie es una importante alternativa para la agricultura integral sostenible; sin embargo, la producción comercial o abastecimiento de semillas actualmente no logra cubrir las demandas de mercado. Frente a este suceso diferentes empresas privadas se encuentran en desarrollo de mejores rendimientos. En la actualidad, la provincia de Lamas presenta bajos rendimientos encontrándose hasta 500

kg ha⁻¹, debido al desconocimiento de su manejo agrícola, definiéndose principalmente su fertilización. Ante este panorama se realizó la presente investigación con el fin de incrementar los rendimientos de *C. juncea*, bajo diferentes dosis de fertilización de fuentes de fósforo y boro, como es el uso de roca fosfórica y ulexita natural señalándose los siguientes objetivos específicos:

- a) Evaluar las variables agronómicas de la *Crotalaria juncea* en la provincia de San Martín, departamento de San Martín.
- b) Determinar la dosis de roca fosfórica y ulexita óptima para obtener mayor rendimiento de semilla de *Crotalaria juncea* en la provincia de Lamas, San Martín.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Salinas et al. (2022), evaluaron la relación del rendimiento y el sitio de recolecta de plantas silvestres de *Crotalaria longirostrata*. Las colectas se realizaron en tres localidades de Guerrero – Mexico, en plantas en etapa reproductiva. Evaluaron rendimiento de semilla, frutos por racimo y rama, semillas por racimo, rama y fruto, además de realizar análisis de suelos de cada zona y características propias de cada ambiente. Encontraron que el número de semillas/ fruto (de 8 a 10 semillas), no varió de entre las localidades. En contraste, en las otras variables sobresalió una localidad con clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano, con suelo franco arenoso, con capacidad de campo y punto de marchitez permanente menor, con capacidad de intercambio catiónico y contenido de P y K intercambiable mayores a los otros sitios. Condiciones que favorecieron el alto rendimiento de semilla.

Almeida-Santos et al. (2019), evaluaron el rendimiento de biomasa aérea de *Crotalaria juncea* L. con y sin fertilización nitrogenada en dos momentos de corte, a los 40 días y a los 60 días, en suelo cañero cuyo análisis de suelos inicial mostró poseer características óptimas en cuanto a la presencia de nutrientes, pero un bajo % de materia orgánica (MO). Las dosis de N estuvieron dadas por 00-60-60 y 120-60-60 más el testigo 00-00-00. Los resultados indican que el rendimiento de la biomasa aérea no tuvo diferencias entre los tres tratamientos de fertilización y las épocas de corte; así mismo, el análisis físico- químico realizado al suelo al finalizar la investigación indica que el porcentaje de MO tuvo un gran aumento.

Rascón (2015), estudió el efecto de la aplicación de fertilizantes en *Crotalaria juncea* y su efecto en el rendimiento, altura de planta, biomasa fresca y seca y peso fresco y seco de tallo y hojas. Las aplicaciones fueron definidas por dosis de fertilizante de NPK distribuidos en tres tratamientos: T1 (testigo absoluto), T2 (0-60-60) y T3 (120-60-60), en un diseño de bloques completamente al azar. La fertilización se aplicó a los 20 días de la siembra realizada al voleo manualmente. Las evaluaciones se hicieron a los 75 días desde la germinación encontrando que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas; sin embargo, el testigo es el que alcanzó los promedios más altos en las variables en estudio.

Pascualide y Ateca (2013), evaluaron el vigor de semillas de *C. juncea* clasificándolas según morfotipos como el color (gris oscuro o con manchas marrones) y el tamaño (<5mm pequeñas y >5mm grandes), además consideraron el peso de mil semillas, % de germinación, altura de planta, peso seco, emergencia, etc. Los resultados indican que los morfotipos de color de episperma presentaron diferentes resultados en vigor, pero el tamaño de las semillas no tuvo efectos sobre las variables estudiadas. Encontraron que las semillas de color uniforme fueron más pesadas que las con manchas marrones, el peso seco de las plantas estuvo relacionado con el tamaño de las semillas y respecto a la germinación ambos morfotipos tuvieron altos porcentajes de germinación, pero las semillas de color uniforme presentaron mayor % de emergencia en campo. Los resultados permiten afirmar que las semillas de mayor calidad son las de color uniforme grandes, y que un alto porcentaje de semillas variegadas en un lote de semillas podría ocasionar fallas en la emergencia en campo.

Pérez (2007), estudió el patrón de acumulación de cationes de seis leguminosas y su relación con la eficiencia para utilizar P de rocas fosfóricas de mediana a alta reactividad. *Vigna unguiculata*, *Cajanus cajan* (frijol), *Glycine max*, *Stylosanthes guianensis*, *Crotalaria juncea* e *Indigofera lespedezioides* (añil), son las seis leguminosas en estudio. Empleó un diseño de parcelas divididas en un invernadero usando suelo Ultisol ácido con pH de 5,0, con deficiencia de P y Ca. Los tratamientos consistieron en aplicar dosis de 0, 25, 50 y 75 mg/kg de P soluble en citrato de amonio neutro de roca fosfórica. En la planta determinó la acumulación de N, cationes y aniones en biomasa aérea, materia seca aérea y peso fresco de nódulos; y evaluó P disponible, Ca intercambiable y pH en el suelo. El añil, frijol y estilosantes tuvieron mayor eficiencia para utilizar P de la roca fosfórica, lo que estuvo asociado a la mayor acumulación de Ca, N total y exceso de cationes en esas leguminosas.

Caruzo y Vela (2004), evaluaron el efecto de la roca fosfórica en el rendimiento de semilla y biomasa de *Centrosema macrocarpum*. Los tratamientos consistieron en 0, 50, 100 y 150 kg/ha de P_2O_5 y estuvieron establecidos en campo bajo un DCA con tres repeticiones. Encontraron que la cobertura del Centrosema y la altura de planta no tuvieron diferencias significativas entre todos los tratamientos. Sobre los rendimientos de semilla, los tratamientos de 150 y 100 kg/ha de P_2O_5 sobresalieron con 93 y 87 kg/ha.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. *Crotalaria juncea* L.

Es una herbácea de la familia Fabaceae, proviene de la India donde la cultivan desde tiempos prehistóricos (Montgomery, 1954; Treadwell y Alligood, 2008). White y Haun (1965), indican que el cultivo se ha expandido tanto alrededor del mundo que es sembrado en regiones tropicales y subtropicales, por sus muchos fines: fijar N en suelos empobrecidos, reducir malezas y nemátodos, funciona además como forraje, fibra para pulpa de papel, cordaje y abonos verdes.

Soto-Estada (2004), indica que “el género *Crotalaria* incluye entre 600 y 700 especies, 79 de ellas son nativas de América, 21 de México, y nueve de ellas son endémicas”. Además de tener otros beneficios para la agricultura o pastoreo de animales, *Crotalaria juncea* se utiliza para elaborar cuerdas, cordeles, redes para pesca y papel (Tripathi et al., 2012).

El valor agronómico de *Crotalaria radica* en la incorporación de N a suelos pobres (Ohdan y Daimon, 1998), control de nemátodos (Kissmann y Groth, 1992), incorporación de MO al suelo, actúa como pionera en la colonización de áreas degradadas y además sirve de forraje para animales (Carreras et al., 2001).

Crotalaria es de rápido crecimiento, alta producción de biomasa vegetal, compite fácilmente con las malezas. Esas características la hacen muy importante en la rotación de cultivos como abono verde, cultivo de cobertura y para forraje porque no es tóxica para animales (Nuestro Suelo, 2021). Así mismo, dicho autor indica que “las exigencias nutricionales son pocas, pudiendo adaptarse fácilmente a suelos pobres en fertilidad. El pH ideal es entre 5 -7,5, pudiendo crecer en suelos alcalinos, además puede adaptarse a zonas áridas, semiáridas y cálidas, pero no a encharcamientos”.

Brunner et al. (2009), mencionan que *crotalaria* es una planta leguminosa anual que posee tallos fibrosos y erectos de 1,8 a 2,4 m de alto. Tiene una raíz larga y pivotante y un sistema radical bien ramificado. Añaden también que, “las raíces forman nódulos en una relación simbiótica con bacterias beneficiosas que fijan nitrógeno atmosférico; las pequeñas semillas germinan rápidamente (3 a 4 días) y las plántulas que emergen crecen con mucho vigor”.

La calidad de semilla de *Crotalaria* es determinante porque garantiza una buena emergencia y rendimientos en campo, por lo que la expansión de esta especie depende de ese factor importante sumado a las condiciones ambientales (Cook y White, 1996). Respecto a los diferentes morfotipos de semillas, Ramadevi y Rama Rao (2005), indican que la relación entre la calidad y tamaño de semillas es controversial porque algunos autores indican que existe mayor germinación en semillas grandes que en pequeñas. Sin embargo, Sung (1992) afirma “que las semillas pequeñas son más vigorosas que las grandes”.

La densidad de siembra es de 20 semillas por metro lineal con un espacio de 25 cm. Entre líneas, o al voleo. Las necesidades de semilla por hectárea son de 40 kg/ha. Para la producción de semilla se recomienda el uso de 20-30 kg/ha (INIA, 2014). Wang et al. (2022), mencionan que “a nivel mundial, los rendimientos de semilla oscilan entre 448 y 1 008 kg/ha. Debería ser posible aumentar los rendimientos cortando el tallo principal a una altura de 0,9 m por encima del suelo o a mayor altura. Hay aproximadamente 15,000 semillas por libra”.

Almeida-Santos et al. (2019), indican que la incorporación de *crotalaria* al suelo es una alternativa promisoriosa y viable para restituir el N utilizado e incorporar el del ambiente, así mismo la materia orgánica incorporada mejora las condiciones biológicas, químicas y físicas del suelo.

2.2.2. Abonos verdes

Son ampliamente usados para revertir la baja fertilidad de suelos o suelos degradados, es decir no tienen la capacidad de producción agrícola a causa de un desgaste de los factores químicos, físicos y biológicos del suelo (Gliessman, 2002). Siendo los monocultivos, una de las principales causas de degradación de suelos, por ejemplo, la caña de azúcar en sistema de monocultivo afecta la MO del suelo con pérdidas de hasta 13 t/ha al año (Suma y Savitha, 2015).

De Freitas (2000), indica que cuando el costo y disponibilidad de los fertilizantes minerales hace difícil su adquisición, se puede optar por especies fijadoras de N como las Fabáceas en forma de abonos verdes. Estas plantas podrán incorporar al suelo, no sólo nitrógeno, si no MO y agua.

Muraoka et al. (2002), indica que “entre las especies que se han utilizado como abonos verdes destaca la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), que puede aportar aproximadamente 149 kg ha⁻¹ de N al suelo disponible para otros cultivos”. Además, añade “que esta especie se desarrolla rápidamente, tiene un hábito de crecimiento que suprime las malezas, reduce la población de nematodos en el suelo, fija N₂ atmosférico, produce abundante MO, conserva la humedad del suelo e incrementa el suministro de nutrimentos”. Giraldo (2003), menciona que puede producir de 5,600 a 14,000 kg ha⁻¹ de biomasa seca y aportar hasta 204 kg N ha⁻¹.

2.2.3. Roca fosfórica

Intagri (2017), indica que es un producto obtenido de minas y del procesamiento metalúrgico subsiguiente de los minerales fosfatados. En realidad, se denomina roca fosfórica a nivel comercial a unos 300 fosfatos de diferentes calidades que se conocen en el mundo. Añade que “la roca fosfórica es considerada como un producto natural, siguiendo esta característica, es posible utilizarlo en agricultura orgánica o ecológica”.

Sobre la tasa de disolución de la roca fosfórica, Khasawneh y Doll (1978), mencionan que, esta aumenta a medida que disminuyen las concentraciones de P y Ca, y aumenta la acidez en el suelo. Robinson y Syers (1991), indican que “una alta extracción de Ca por el cultivo podría mantener un bajo nivel de Ca en la solución del suelo, lo cual permitiría que la disolución de la RF continúe”.

Pérez y Smyth (2005), compararon *Brachiaria decumbens* y *Stylosanthes guianensis* y su efecto sobre la acidificación de la rizosfera y disolución de 03 tipos de rocas fosfóricas de diferente solubilidad. Como resultados encontraron que la leguminosa era más eficiente en disolver la roca fosfórica de mediana a alta solubilidad. Esto está asociado a su dependencia en la fijación biológica de N₂ (N reducido) y la mayor absorción de Ca, a un exceso de cationes acumulados en la planta y consecuentemente la disminución del pH a nivel de rizosfera y disolución de las rocas fosfóricas, en contraste con la gramínea.

Ramírez (2006), señala que debido a la lenta solubilidad de la RF en el suelo, ésta es más apropiada como fuente de P para cultivos de ciclo largo, como es el caso de las plantas forrajeras o herbáceas, las cuales pueden aprovechar con ventaja el efecto residual del P de la RF en un período de tiempo más largo.

Botero (2015), indica que en suelos ácidos ($\text{pH} < 5,5$), son por lo general altos fijadores de fósforo, es más conveniente utilizar Rocas Fosfóricas. La acidez del suelo permite que P sea liberado lentamente y a largo plazo, para que pueda ser absorbido eficiente y rápidamente por las raíces de las plantas herbáceas. La dosis recomendada, para aplicación localizada y mezclada con las semillas va desde 250 hasta 500 kg de Roca Fosfórica/ha (25 a 50 kg de Fósforo/ha).

2.2.4. Ulexita

Maldonado (2021), menciona que es un mineral perteneciente al grupo de los boratos, específicamente de la subclase de los nesoboratos. Fue encontrada por primera vez en el año 1840, y recibió su nombre en honor a George Ludwig Ulex, su descubridor.

La piedra ulexita es un borato de calcio sódico hidratado. Su fórmula química es $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Puede ser de color blanco, gris o incolora, exponiendo una dureza de 2.5 en la escala de Mohs. (Maldonado, 2021). Usualmente, el cristal se presenta con forma de pequeñas masas redondeadas similares a bolas de algodón. Aunque los cristales son extraños, su sistema cristalino es triclinico. Los cristales pueden ser fibrosos y alargados, radiales y paralelos entre sí.

Fertilizantes y semillas andinas (2021), indica que “la dosis uso recomendada en cultivos en general es de 25-50 Kg/ha, depende según los requerimientos del cultivo, edad, especie y de acuerdo a las necesidades propias que demande lo cuál sería ideal proporcionar a través de un análisis de suelos”.

Respecto al momento de la aplicación, Fertilizantes y Semillas Andinas (2021), recomienda su incorporación en el inicio de campaña para prevenir y corregir deficiencias de boro en los cultivos, también es conveniente usarlo en los momentos de mayor demanda de los cultivos, que puede ir desde el brotamiento hasta la fructificación, el boro juega un rol muy importante en la polinización y fecundación de las flores.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1.1. Ubicación política

Fundo : Agroforestal Aucaloma
Sector : Aucaloma
Distrito : San Antonio de Cumbaza.
Provincia : San Martín.
Región : San Martín

3.1.1.2. Ubicación geográfica

Longitud oeste : 76° 21' 1,5"
Latitud sur : 6° 20' 39,6"
Altitud : 720 m.s.n.m.m.

3.1.1.3. Periodo de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó de noviembre de 2021 hasta abril de 2022.

3.1.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La presente investigación no generó impactos negativos al medio ambiente.

3.1.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

La presente investigación respetó los principios éticos generales, destacando la integridad, respeto a las personas, al ecosistema y justicia.

3.1.1.6. Características edafoclimáticas

- a. **Suelo:** De acuerdo al análisis físico- químico, la parcela de estudio presenta un suelo de textura franco arcilloso arenoso, con un pH moderadamente ácido (5,1), con contenido de materia orgánica 2,69 % (medio), presenta

valor medio en N (0,13 %), con valores bajos en P y K (6,34 ppm y 97,34 ppm; respectivamente), suelo sin problema de sales con 61,12 de $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anexo 1).

- b. **Clima:** De acuerdo a la estación meteorológica de SENAMHI, ubicado en Lamas, las condiciones de clima durante los meses de ejecución (noviembre, 2021 - abril, 2022), presento una precipitación mensual de 128,2 mm, temperatura máxima de 28,8 °C, temperatura media de 24,3°C, temperatura mínima de 19,1 °C y una humedad relativa de 84,8 % (Anexo 2).

3.1.1.7. Componentes en estudio:

- a. **Leguminosa estudiada:** *Crotalaria juncea*.

- b. **Fertilizantes evaluados:**

- Roca fosfórica:

Tabla 1

Composición química de la roca fosfórica

Compuesto	Fórmula	%
Fosforo	P_2O_5	21,00-23,00
Calcio	CaO	32,00-42,00
Azufre	S	1,40-2,00
Magnesio	MgO	0,50-1,00
Hierro	Fe_2O_3	0,50-1,00
Cobre	Cu	0,001-0,005
Zinc	Zn	0,005-0,030
Sodio	Na	1,00-1,50

Fuente: Fosyeiki S.A.C., 2020.

- Ulexita: fórmula química $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Tabla 2

Composición química de la ulexita

Compuesto	Fórmula	%
Boro	B_2O_3	25,00-27,00
Silicio	SiO	18,00
Magnesio	MgSO_4	4,00
Potasio	K ₂ O	0,60
Azufre	S	3,00
Calcio	CaO	8,00
Hierro	Fe_2O_3	1,20

Fuente: Fertilizantes y Semillas Andinas S.A.C., 2021.

3.2. Metodología

3.2.1. Sistema de variables

a. Variable dependiente

- Altura de la planta (cm)
- Porcentaje de sanidad.
- Peso de 1000 semillas (g)
- Peso con cáscara (g)
- Peso sin cáscara (g)
- Rendimiento de la semilla (Kg/ha)

b. Variable independiente

- Dosis de fertilización:
 - Roca fosfórica: 0 – 50,69 – 103,68 – 149,76 – 200,46 kg/ha.
 - Ulexita: 0 – 1,5 – 3,5 – 5,5 kg/ha.

3.2.2. Tratamientos

A continuación, se describen los tratamientos en estudio mediante la tabla 3:

Tabla 3

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha (Testigo)
T2	Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 1,5 Kg/ha
T3	Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha
T4	Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 5,5 Kg/ha
T5	Roca fosfórica 50,69 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha
T6	Roca fosfórica 50,69 Kg/ha + ULEXITA 1,5 Kg/ha
T7	Roca fosfórica 50,69 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha
T8	Roca fosfórica 50,69 Kg/ha + ULEXITA 5,5 Kg/ha
T9	Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha

T10	Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 1,5 Kg/ha
T11	Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha
T12	Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 5,5 Kg/ha
T13	Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha
T14	Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 1,5 Kg/ha
T15	Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha
T16	Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 5,5 Kg/ha
T17	Roca fosfórica 200,46 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha
T18	Roca fosfórica 200,46 Kg/ha + ULEXITA 1,5 Kg/ha
T19	Roca fosfórica 200,46 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha
T20	Roca fosfórica 200,46 Kg/ha + ULEXITA 5,5 Kg/ha

3.2.3. Diseño de la investigación

Se utilizó el diseño en bloques completamente aleatorio (DBCA); conformado por 3 bloques, distribuido por 20 tratamientos (dosis de fertilización), cada tratamiento tuvo 10 repeticiones, considerándose el promedio por tratamiento, generando 60 unidades experimentales (Tabla 1). Para la estadística inferencial se desarrolló un análisis de varianza (ANOVA) de nivel de significancia de $p < 0,05$; previo se sometieron los datos a la evaluación del supuesto de normalidad utilizándose la dócima de Kolmogorov-Smirnov y para el supuesto de homogeneidad de varianza se utilizó la dócima de Levene. Para la variable porcentaje de sanidad, sus valores se transformaron a valores de Bliss o transformación angular $\arcsen \sqrt{\%}$ (Box y Hunter, 1989). Para la comparación de medias se utilizó la prueba Tukey ($p < 0,05$). Los datos se almacenaron en software de hoja de cálculo Microsoft Excel v.15,0 para el análisis estadístico se ejecutó con el software SPSS v.20.

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} representa la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento, μ representa a la media poblacional a partir de los datos del experimento; τ_i es el efecto del i -ésimo

tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento, β_j es el estimador del efecto debido al j -ésimo bloque; ϵ_{ijk} es el efecto aleatorio de variación.

3.2.4. Ejecución del experimento

i. Muestreo del suelo

Con un muestreador "tornillo" se tomaron 8 submuestras de suelo a una profundidad de 20 cm en forma de zig-zag sobre el área de la parcela de estudio (3 182 m²), que fueron homogenizadas pesando hasta 1 kg, luego fue entregado al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín para su respectivo análisis físico-químico.

ii. Preparación de la parcela experimental

La limpieza de la parcela se desarrolló 30 días antes de la siembra, eliminando todas las malezas de forma manual, utilizando un machete, posteriormente el terreno se aró, seguido a quince días se realizó dos pasadas de rastra dejando de esta manera el suelo mullido y con buen contenido de humedad, para garantizar una germinación uniforme de las semillas.

iii. Demarcación de la parcela experimental

Con el método 3,4,5 se determinó el ángulo de 90° para así realizar la demarcación de la parcela y subparcelas (tratamientos), donde se utilizó estacas, wincha de 50m y 5m, cordeles y rafia para cuadrar el área de la parcela (Figura 1).

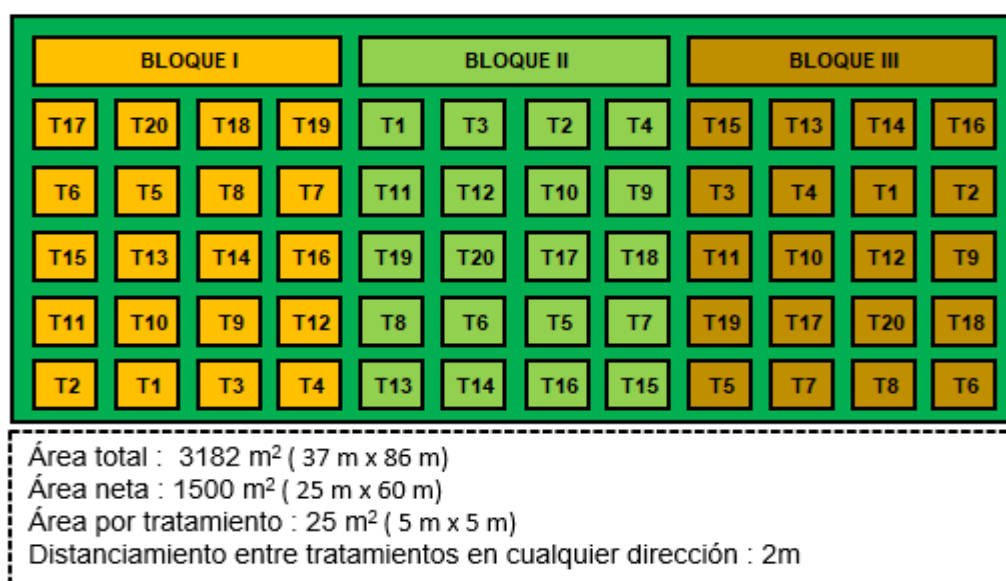


Figura 1. Croquis del diseño de distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

iv. Siembra de las semillas de *Crotalaria juncea*.

Fueron adquiridas de la empresa Agropecuaria SAIU S.R.L., con una certificación respectiva de pureza varietal y potencial genético; siendo semillas ya curadas con crucial (Thiodicarb + Imidacloprid) 15 ml por kilo de semilla, por lo que no fue necesario el tratamiento previo contra las plagas y enfermedades de la semilla. Cada golpe tuvo 4 semillas, la distancia de siembra entre golpes fue de 0,10 m x 0,50 m, con una profundidad de 2 cm.

v. Fertilización de *Crotalaria juncea*.

Se fertilizó 30 días antes de la siembra (DAS) con las dosis respectivas de acuerdo al tratamiento, siendo por el método manual de voleo, luego se fertilizó a 30 días después de la siembra (DDS), con las dosis respectivas de roca fosfórica y urea por cada tratamiento (Tabla 1). Con un tacarpo (palo para hacer el hoyo) se profundizó hasta 5 cm a un distanciamiento de 10 cm de la planta.



Figura 2. Fertilización manual localizada en *C. juncea* en la parcela experimental.

vi. Labores culturales

Las malezas se controlaron manualmente con el uso de un machete y palana, esta labor se inició a los 10 DDS, con el fin de evitar la competencia por los nutrientes, también se utilizó un herbicida selectivo postemergente con ingrediente activo cletodim, se aplicó 300 ml por 200 litros de agua a los 25 DDS. Respecto al control de hormigas se realizó a los 20 DDS con Thiametocsan + Landocelotrina con dosis de 200 ml por 200 litros de agua.

Durante el desarrollo de la plantación se realizó monitoreos constantes (dos veces a la semana), comprobándose que no hubo daños significativos de plagas y enfermedades a lo largo del ciclo de la plantación.

vii. Cosecha de *Crotalaria juncea*

Se desarrolló de forma manual a los 152 DDS, juntándose en bolsas plásticas, y estos marcándose con un rotulador para resaltar la procedencia del tratamiento y bloque. Se cosecho el total de frutos de los 25 m² (área de cada tratamiento).



Figura 3: Cosecha manual de *C. juncea* en la parcela experimental.

viii. Almacenamiento de *Crotalaria juncea*

Una vez culminada la cosecha de todos los tratamientos, los frutos fueron transportados y almacenados en una casa sombra de la Facultad de Agronomía de la UNSM, que fueron esparcidas sobre papelotes durante 24 h, a condiciones de una T^o promedio de 26°C y 65% de humedad relativa.



Figura 4. Almacenamiento de *C. juncea* en casa sombra de la Facultad de Agronomía.

3.2.5. Evaluaciones realizadas

3.2.5.1. Evaluación de las variables agronómicas de la *C. juncea* en la provincia de Lamas, San Martín.

a) Altura de la planta (cm)

Se realizó la medición de la altura de la planta desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal con una wincha de 3 m, a los 150 DDS, seleccionando al azar 25 plantas por parcela neta de cada tratamiento en estudio, las alturas correspondientes se consideraron a unidad en cm.

b) Porcentaje de sanidad

Se seleccionó 25 frutos de cada tratamiento y bloque, de los cuales se abrieron las vainas, se contabilizó el total de semillas por fruto y; con la ayuda de una lupa de aumento de 5X con luz LED, se separó las semillas en buen estado sanitario y las semillas en mal estado por consecuencia de algún patógeno.



Figura 5. Separación de semillas de *C. juncea* de acuerdo al estado fitosanitario.

c) Peso de 1 000 semillas (g)

Se extrajo tres muestras por cada tratamiento contabilizándose 1 000 semillas sanas que recién fueron cosechadas conservando su humedad, luego fueron colocados en sobres de papel debidamente rotulados, para posteriormente desarrollar el secado de las semillas en una estufa por un periodo de 24 h/50 °C hasta lograr un contenido de humedad de 14 %, según las normas ISTA (2007). Finalmente, en una balanza de laboratorio se

procedió a registrar el peso de las muestras de 1 000 semillas para obtener el peso seco en gramos.



Figura 6. Peso de 1000 semillas. **A** Separación de semillas de *C.juncea* de acuerdo al estado fitosanitario. **B** Pesado de 1000 semillas de *C.juncea* en una balanza de laboratorio digital.

d) Peso con cáscara (g)

A las 24 h de haber realizado la cosecha se pesaron en una balanza de laboratorio los frutos totales procedente de cada tratamiento y bloque, los pesos correspondientes se consideraron en g.

e) Peso sin cáscara (g)

Se pesaron los frutos totales cosechados procedente de cada tratamiento y bloque, al azar se seleccionó la cuarta parte de los frutos, de estos se extrajo las semillas; estas semillas ya seleccionadas por su buen estado sanitario fueron colocadas en sobres de papel debidamente roturados, para ser ingresados a una estufa por un periodo de 24 h/50 °C hasta lograr un contenido de humedad de 14 %, según las normas ISTA (2007), se procedió a registrar el peso en una balanza de laboratorio, luego estos pesos fueron multiplicados por 4 para obtener el peso total de semillas por cada tratamiento y bloque, los pesos correspondientes se consideraron en g.

3.2.6. Determinación de la dosis de roca fosfórica y ulexita óptimo para obtener mayor rendimiento de semilla de *C. juncea* en la provincia de Lamas, San Martín.

a) Rendimiento (kg/ha)

El resultado de los pesos de la semilla sin cáscara (g) de *C. juncea*, fueron inferidos a rendimientos expresados en Kg/ha, considerándose los pesos secos a estufa. Mediante la siguiente fórmula.

$$R = \left(\frac{PSC \times 10\,000}{25} \right) / 1\,000$$

Donde:

- R : Rendimiento (Kg/ha)
- PSC : Peso sin cáscara

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta (cm)

En la tabla 4, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,160$), es decir los bloques no influyen en la altura de la planta (cm) de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,016$), identificando que la altura de la planta (cm) depende de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 78,82 % y el coeficiente de variabilidad de 3,47 %; demostrando que existe un alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y la altura de la planta (cm); estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 4
Análisis de varianza de la altura de la planta (cm)

FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque	877,362	2	438,681	21,824	0,160 ^{ns}
Tratamiento	1965,874	19	103,467	5,147	0,016*
Error	763,824	38	20,101		
Total	3607,06	59			

a. R^2 (%) = 78,82

b. CV (%) = 3,47

Así mismo, a continuación, se muestra la Figura 7 en la que se observa la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para la altura de la planta (cm). Se aprecia que el T15 (Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha) y T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), alcanzaron las mayores alturas de plantas, con 138,00 cm y 132,80 cm; respectivamente, asimismo mostrando diferencia significativa con el testigo absoluto (T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), que a su vez ocupa la última posición con 118,25 cm. Los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa (fluctuando alturas de planta desde los 125,11 cm hasta 132,71 cm).

Tabla 5.

*Prueba de Tukey ($p < 0,05$) de la altura de planta en cm de crotolaria (*C. juncea*).*

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Altura de planta (cm)	Rango
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	138	a
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	132,8	a
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	132,71	ab
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	132,27	ab
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	132,19	ab
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	131,06	ab
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	131	ab
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	130,86	ab
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	130,55	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	130,23	ab
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	128,5	ab
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	128,33	ab
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	128,13	ab
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	128,05	ab
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	127,69	ab
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	127,67	ab
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	125,79	ab
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	125,78	ab
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	125,11	ab
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	118,85	b

La tabla 5, muestra la diferencia entre los tratamientos siendo los tratamientos T15 (Roca fosfórica 149,76 Kg/ha + ULEXITA 3,5 Kg/ha) y T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), alcanzaron las mayores alturas de plantas, con 138,00 cm y 132,80 cm; respectivamente. Los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa (fluctuando alturas de planta desde los 125,11 cm hasta 132,71 cm).

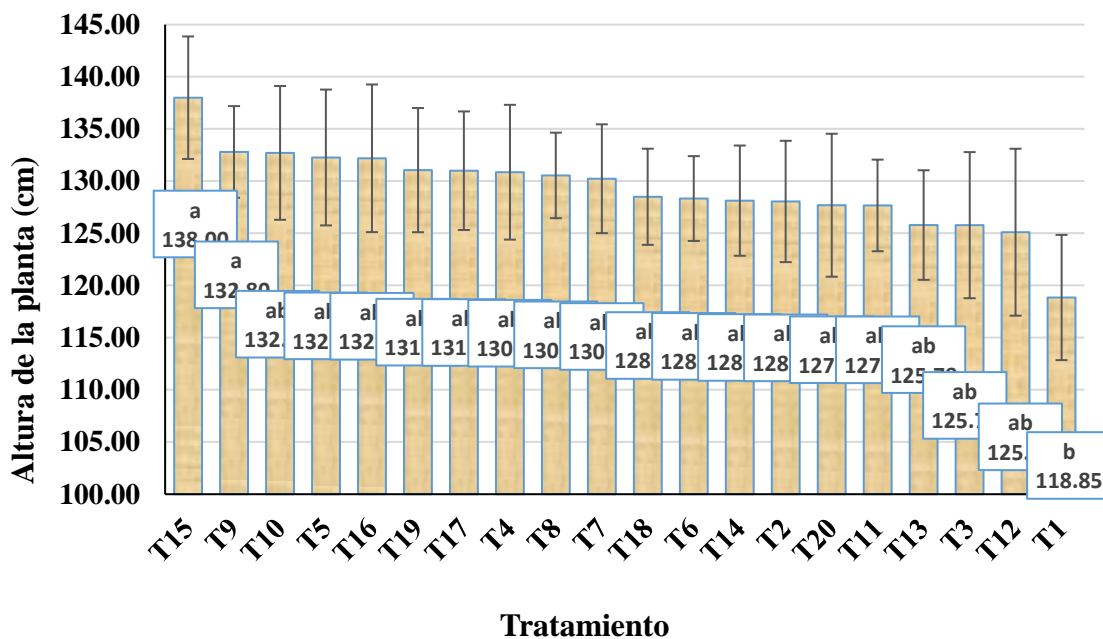


Figura 7. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) de la altura de la planta (cm) de crotalaria (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización.

Los resultados obtenidos muestran una clara diferencia entre los tratamientos en la altura de la planta, información que difiere con lo encontrado por Caruzo y Vela (2004), quienes realizaron pruebas de fertilización con roca fosfórica, no habiendo encontrado un marcado efecto de ésta en la altura de planta e incluso cobertura. Dicho autor agrega que, el efecto positivo de la roca fosfórica toma un tiempo promedio de cuatro meses para su liberación de fósforo en el suelo y depende de otros factores.

Las aplicaciones de 149,76 kg/ha de roca fosfórica + 3,5 kg/ha de ulexita (T15) y 103,68 kg/ha de roca fosfórica (T9), alcanzaron los mejores resultados en cuanto a altura de planta, muy por encima del testigo. Estos resultados, apuntan que, a pesar del conocimiento favorable del empleo de fuentes orgánicas, éstos deben ser aplicados con moderación, y sus combinaciones no responden necesariamente a un crecimiento esperado gradual, sino más bien a las condiciones físico, químico y biológico del suelo.

Estos resultados difieren con los encontrados por Rascón (2015), quien realizó pruebas de fertilización en *C. juncea*, encontrando que el tratamiento testigo (sin aplicación de fertilizantes) alcanzó el mayor promedio de altura de planta con 284 cm, a diferencia de los tratamientos que emplearon 00-60-60 y 120-60-60 de NPK.

Los tratamientos en estudio que alcanzaron mayor altura de planta, tienen en común la aplicación de roca fosfórica, esto se debe a que el fósforo ayuda en el crecimiento

del tallo y por tanto en la altura de la planta (PennState, 2023). Así mismo, Razaq et al. (2017), menciona que el fósforo contribuye a mejorar los parámetros morfológicos de la planta como altura de planta, desarrollo foliar, etc.

Así mismo, la adición de fuentes de boro administrado en niveles adecuados genera beneficios en el crecimiento de la planta, y juntamente con el calcio colaboran en la síntesis de las paredes celulares y la división celular en las plantas (Promix, 2022). Esto coincide con los resultados encontrados en la presente investigación, en los que se observa que la adecuada dosificación de boro como ulexita, sumado al fósforo adicionado (T15), generaron resultados favorables en la variable altura de planta.

4.2. Porcentaje de sanidad

En la tabla 6, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,557$), es decir los bloques no influyen en el porcentaje de sanidad de semillas de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,048$), reconociendo que el porcentaje de sanidad de semillas depende de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 74,74 % y el coeficiente de variabilidad de 6,02 %; demostrando que existe un muy alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y porcentaje de sanidad de semillas; estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 6
Análisis de varianza del porcentaje de sanidad

	FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque		953,877	2	476,939	9,455	0,557 ^{ns}
Tratamiento		4718,805	19	248,358	4,923	0,048*
Error		1916,886	38	50,444		
Total		7589,568	59			

a. R^2 (%) = 74,74

b. CV (%) = 6,02

En la Figura 8, muestra la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el porcentaje de sanidad de semillas. Se aprecia que el T9 (Roca fosfórica 103,68 kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha) alcanzo el mayor porcentaje de sanidad en las semillas con 85,37 %, mostrando diferencia significativa con el testigo absoluto (T1: Roca fosfórica 00 kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha), con 52,46 %, que a su

vez ocupa la última posición. Los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa (fluctuando porcentajes de sanidad de semillas entre 78,59 % y 58,8%).

Tabla 7

Prueba de Tukey ($p < 0,05$) porcentaje de sanidad

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Sanidad (%)	Rango
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	85,37	a
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	78,59	ab
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	77,51	ab
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	77,00	ab
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	76,24	ab
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	76,16	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	74,98	ab
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	74,08	ab
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	73,27	ab
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	72,58	ab
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	69,31	ab
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	69,26	ab
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	69,08	ab
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	68,98	ab
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	68,70	ab
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	66,10	ab
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	63,84	ab
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	61,40	ab
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	58,80	ab
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	52,46	b

La tabla 7, se aprecia que el T9 (Roca fosfórica 103,68 kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha) alcanzo el mayor porcentaje de sanidad en las semillas con 85,37%, mostrando diferencia significativa, mientras los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa (fluctuando porcentajes de sanidad de semillas entre 78,59 % y 58,8%).

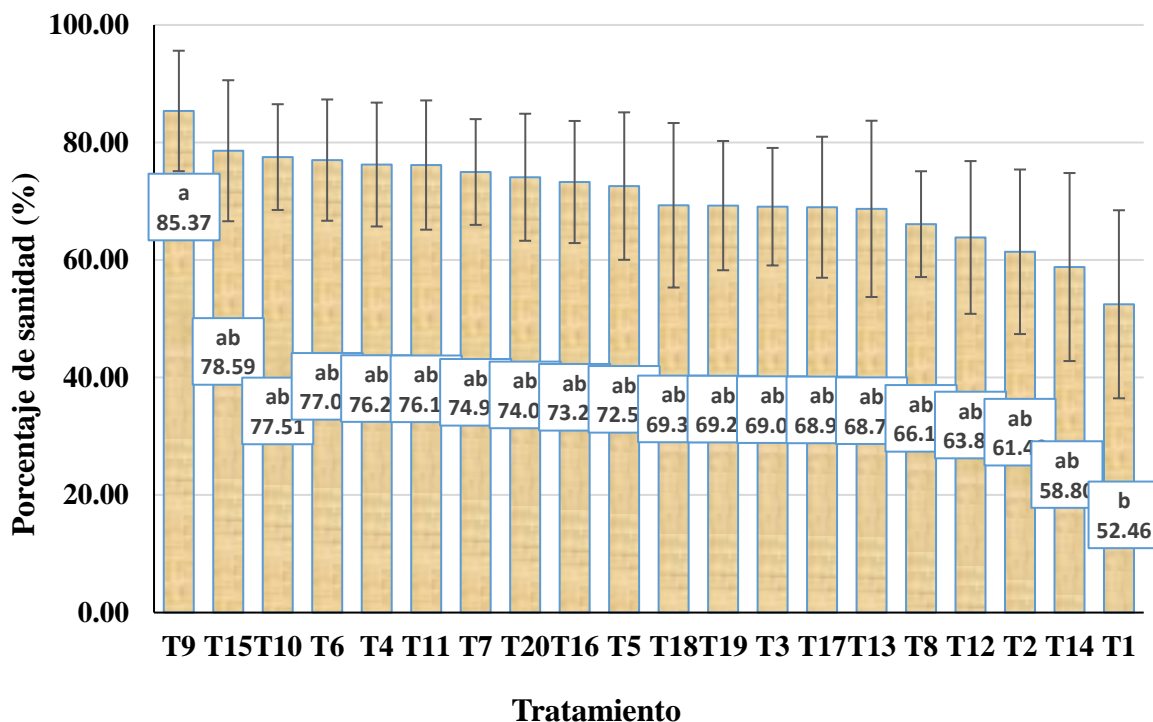


Figura 8. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del porcentaje de sanidad de semillas de crotalaria (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización. Letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.

Los beneficios del fósforo bien dosificado se ven reflejados en el desarrollo y sanidad de las plantas, por ejemplo, aumentar las concentraciones nutricionales internas de la planta y estimular el desarrollo del sistema radical (Razaq et al., 2017). Esto se ve reflejado en los resultados alcanzados por el T9, con 85,37% de sanidad de semillas, demostrando que la dosificación de fósforo adicionado, es el adecuado. Esto se sustenta en lo expresado por Huber (1980), quien señala que las aplicaciones de P reducen las enfermedades en semillas, así como enfermedades fungosas en la raíz, al estimular un desarrollo vigoroso que permite a las plantas evadir las enfermedades.

Huber (1989) y Velásco (1999), concuerdan en mencionar que la nutrición mineral en las plantas, son un punto complementario para hacer frente a las enfermedades, realizándose a través de la fertilización correctamente dosificada. Bajo esta premisa, se puede deducir que el tratamiento con mejor dosificación de nutrientes para la planta, es el T9 el cual alcanzó el mayor porcentaje de sanidad en semillas. Así mismo, los tratamientos con dosis de ulexita también mostraron mayor porcentaje de sanidad en semillas, esto es debido a que el boro facilita la resistencia a varias enfermedades bacterianas, fúngicas y virosis (Alarcón, 2001).

Según los resultados de la prueba Tukey, todos los tratamientos con adición de nutrientes sea roca fosfórica, ulexita o ambos, alcanzaron mejores resultados en porcentaje de sanidad de semillas que el testigo (T1), esto es debido al estado nutricional superior de dichos tratamientos. Esto es respaldado por Intagri (2016), que manifiesta que los mecanismos de defensa a enfermedades y plagas generan un gasto de energía por lo cual es necesario un correcto estado nutricional de las plantas.

4.3. Peso de 1 000 semillas (g)

En la tabla 8, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,253$), es decir los bloques no influyen en el peso de 1 000 semillas (g) de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,030$), reconociendo que el peso de 1 000 semillas (g) depende de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 77,08 % y el coeficiente de variabilidad de 2,36 %; demostrando que existe un muy alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y el peso de 1 000 semillas (g); estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 8

Análisis de varianza del peso de 1 000 semillas (g)

FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque	14,624	2	7,312	14,914	0,253 ^{ns}
Tratamiento	48,042	19	2,529	5,157	0,030*
Error	18,631	38	0,490		
Total	81,297	59			

a. R^2 (%) = 77,08 b.CV (%) = 2,36

La figura 9, muestra la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el peso de 1 000 semillas (g). El mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 32,66 g. En tanto, se aprecia que hubo diferencias estadísticas entre las 12 primeras posiciones ocupadas por los tratamientos T9, T3, T4, T16, T10, T5, T6, T8, T17, T15, T2 y T13 en comparación al testigo absoluto (T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), que logro un peso de 1 000 semillas a 29,59 g.

Tabla 9*Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para peso de 1000 semillas (g)*

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Peso de 1000 semillas (g)	Rango
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	32,66	a
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	32,44	a
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	32,32	a
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	32,28	a
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	32,27	a
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	32,22	a
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	32,20	a
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	32,15	a
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	32,05	a
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	32,03	a
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	32,00	a
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	31,96	a
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	31,89	ab
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	31,88	ab
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	31,87	ab
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	31,84	ab
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	31,60	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	31,60	ab
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	31,48	ab
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	29,59	b

En la tabla 9, podemos observar las diferencias entre los 12 tratamientos, muestra además la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el peso de 1 000 semillas (g). El mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 32,66 g.

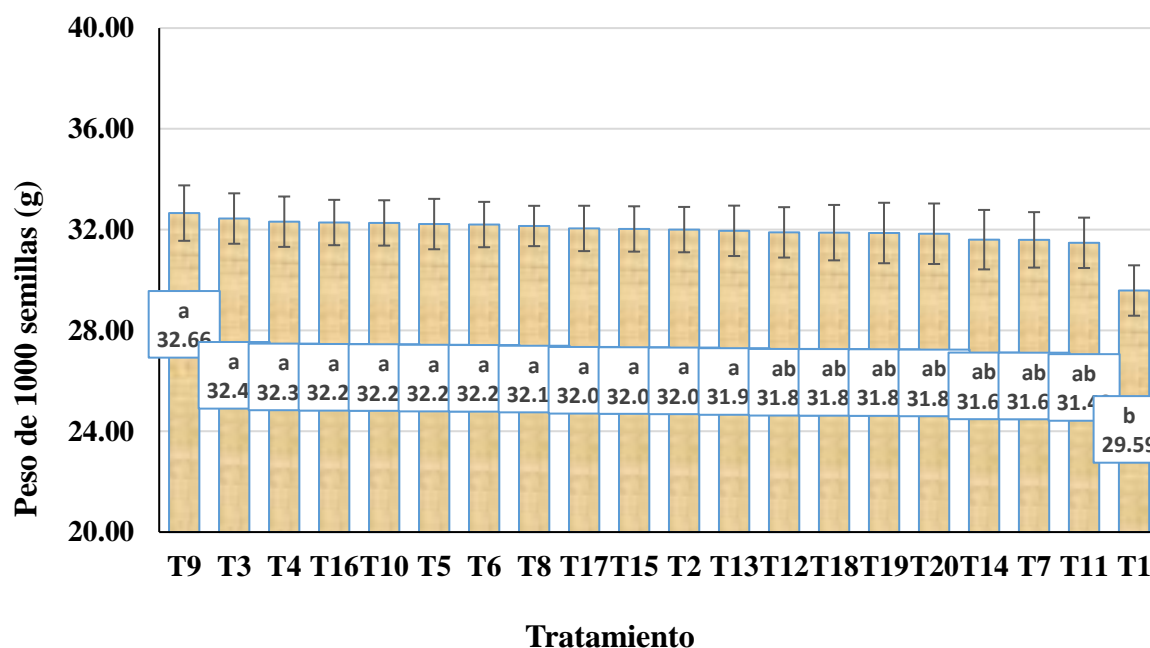


Figura 9. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso de 1000 semillas (g) de crotalaria (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización.

Caruzo y Vela (2004), hallaron que el rendimiento de semilla de *Crotalaria macrocarpum* se vio beneficiada por la aplicación de roca fosfórica al suelo, encontrando que las aplicaciones de 150 y 100 kg/ha de P_2O_5 produjeron 93 y 87 kg/ha de semillas respectivamente. Dicha información concuerda con los resultados de la presente investigación en la que el T9 (103,68 kg/ha de P_2O_5) sobresale con 32,66 g.

Wang et al. (2022), mencionan que la producción de semillas es más fácil en los trópicos que en los subtrópicos, siendo los días largos y las temperaturas frescas los principales factores que limitan la producción local; además añaden que, en los trópicos la floración puede comenzar seis semanas después de la siembra y la madurez de la semilla se alcanza a los cuatro meses o más. Con lo mencionado se puede deducir que las temperaturas de la zona de Aucasoma fueron favorables para la producción de semillas en la presente investigación, ya que en la época de ejecución las temperaturas presentadas fueron elevadas.

Wang et al. (2022), indican que esta especie de crotalaria crece bien en suelos ácidos o suelos con pH que oscilan entre 5 y 8,4 además de adaptarse a suelos calcáreos con buen drenaje, suelos arenosos ácidos y presentar tolerancia a la sequía. Por lo que se considera que los suelos de la zona de Aucasoma son adecuados para la siembra de esta especie.

Wang et al. (2022), indican que en una libra hay aproximadamente 15 000 semillas; lo significa que 1 000 semillas de *Crotalaria juncea* tiene un peso aproximado de 30,2 g. Información cercana a los resultados obtenidos en esta investigación, en los que los tratamientos con aplicación de fertilizantes alcanzaron valores máximos de 32,66 g (T9) y valores mínimos de 31,48 g (T11) en el peso de 1 000 semillas, a diferencia del testigo (29,59 g) el cual no llegó al promedio mencionado por los autores citados.

Cabe resaltar que el uso de fertilizantes en la presente investigación favorece la producción de semillas en nuestra zona de selva, ya que existe una escasez de semillas de proveedores locales que limitan su uso. En tal sentido todos los tratamientos con roca fosfórica, ulexita u ambos, permiten la mayor producción de semillas a diferencia del testigo.

4.4. Peso con cáscara (g)

En la tabla 10, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,868$), es decir los bloques no influyen en el peso con cáscara (g) de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,003$), reconociendo que el peso con cáscara (g) depende de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 82,17 % y el coeficiente de variabilidad de 5,32 %; demostrando que existe un alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y el peso con cáscara (g); estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 10
Análisis de varianza del peso con cáscara (g)

FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque	344763,33	2	172381,667	0,352	0,268 ^{ns}
Tratamiento	85423040	19	4495949,474	9,181	0,003*
Error	18609170	38	489715,000		
Total	104376973	59			

a. R^2 (%) = 82,17 b.CV (%) = 5,32

La figura 10, muestra la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el peso con cáscara (g). El mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 5800,00 g, asimismo mostro diferencias significativas con los tratamientos T11, T5, T13, T18, T12 y el testigo

absoluto T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha, que logro solo un peso de 2300,00 g. En tanto, se aprecia que hubo diferencias estadísticas desde la posición 2 hasta la posición 13, entre los tratamientos T2, T4, T7, T10, T6, T19, T20, T3, T15, T17, T16, T15, T17, T16, T8 y T14, valores que fluctúan desde los 4683,33 g hasta 3116,67 g.

Tabla 11

Prueba de Tukey ($p < 0,05$) para peso con cáscara (g)

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Peso con cáscara (g)	Rango
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	5800,00	a
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	4683,33	ab
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	4550,00	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	4483,33	ab
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	4473,33	ab
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	4333,33	ab
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	4276,67	ab
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	4116,67	ab
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	3876,67	ab
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	3816,67	ab
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	3470,00	ab
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	3423,33	ab
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	3233,33	ab
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	3116,67	ab
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	3033,33	b
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	2983,33	b
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	2950,00	b
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	2933,33	b
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	2800,00	b
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	2300,00	b

La tabla 11, muestra el mayor valor alcanzado en el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 5800,00 g, asimismo mostro diferencias significativas con los tratamientos T11, T5, T13, T18, T12 y el testigo absoluto T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha, que logro solo un peso de 2300,00 g.

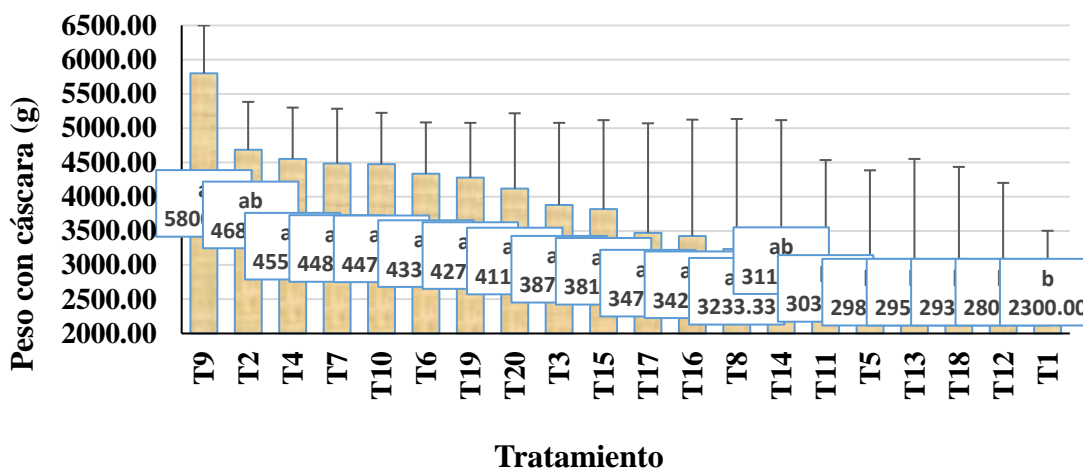


Figura 10. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso con cáscara (g) de *Crotalaria* (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización.

Con los resultados encontrados, observamos que el tratamiento con fertilización de roca fosfórica equivalente a 103,68 kg/ha (T9) alcanzó el mayor peso de vainas con semillas. Esto coincide con lo expuesto por Verneti (1983), quien refiere que el fósforo en cantidades adecuadas influye en el peso vainas/planta, granos/vaina, peso 1000 semillas de las fabáceas además de la influencia de los factores genético y ambientales, aspectos evaluados en *C. juncea*.

Así mismo, Calderón-Vásquez et al. (2009), asevera que el P influye en la acumulación de peso seco de vainas, peso seco total (g/planta) y materia seca, considerándose muy importante en los procesos fisiológicos de la planta. Medina et al. (1999), agrega que el fósforo tiene un rol trascendental en la estimulación del crecimiento y en la composición de las membranas.

4.5. Peso sin cascara (g)

En la tabla 12, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,068$), es decir los bloques no influyen en el peso sin cáscara (g) de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,001$), reconociendo que el peso sin cáscara (g) depende de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 82,97 % y el coeficiente de variabilidad de 3,22 %; demostrando que existe un muy alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y el peso sin cáscara (g); estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 12
Análisis de varianza del peso sin cascara (g)

FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque	4158025,83	2	2079012,917	7,896	0,068 ^{ns}
Tratamiento	44592287,9	19	2241699,364	8,914	0,001*
Error	10004990,8	38	263289,232		
Total	58755304,6	59			

a. R² (%) = 82,97 b.CV (%) = 3,22

La Figura 11, muestra la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el peso sin cáscara (g). El mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 3 906,67 g, asimismo mostro diferencias significativas con casi todos los tratamientos, a excepción de los tratamientos T6, T7, T2, T10 y T19. La última posición la ocupa el testigo absoluto T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha, con un peso de 800,00 g, no mostrando diferencia significativa con los tratamientos T5, T20, T14, T17, T11, T13, T18, T8 y T12, valores que fluctúan desde los 1846,67 g hasta 1 306,67 g.

Tabla 13
Prueba de Tukey (p<0,05) peso sin cascara (g)

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Peso sin cáscara (g)	Rango
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	3906,67	a
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	3570,00	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	2860,00	abc
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	2670,00	abc
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	2526,67	abc
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	2493,33	abc
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	2266,67	bc
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	2183,33	bc
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	2056,67	bc
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	2031,67	bc
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	1846,67	cd
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	1796,67	cd
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	1556,67	cd
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	1553,33	cd
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	1550,00	cd
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	1480,00	cd
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	1396,67	cd
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	1320,00	cd
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	1306,67	cd
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	800,00	d

En la tabla 13, muestra el mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha), con 3 906,67 g, asimismo mostro diferencias significativas con casi todos los tratamientos. a excepción de los tratamientos T6, T7, T2, T10 y T19. Ocupando el último lugar el T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 Kg/ha, con un peso de 800,00 g, no mostrando diferencia significativa.

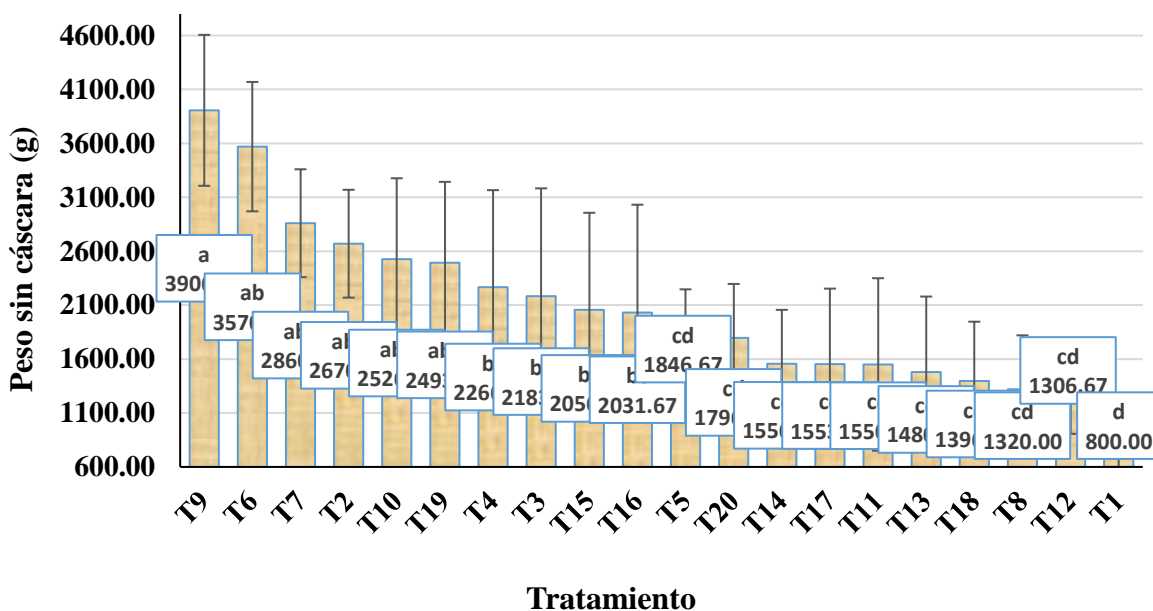


Figura 11. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del peso sin cáscara (g) de crotalaria (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización. Letras diferentes difieren estadísticamente entre sí.

Acorde a Hernández et al. (1996), las aplicaciones de P en los frijoles o fabáceas incrementa la acumulación de masa seca en raíces y parte aérea en general. Afimación que concuerda con el resultado obtenido por el T9 (roca fosfórica 103,68 kg/ha + ulexita 00 kg/ha), en el peso de semillas sin cascara o materia seca en semillas. Haruna y Aliyu (2011), agregan que el fósforo inicia la formación de nódulos y repercute en la eficiencia de la simbiosis bacteria *Rhizobium leguminosa* - planta, que al consistir en la conducción de energía contribuye en el aumento de materia seca en los distintos órganos de la planta (Nkaa et al., 2014).

Con la adición de roca fosfórica, se alcanzó una producción se materia seca en semillas superior al testigo en más del 100%, ello se puede atribuir a que el fósforo como nutriente está relacionado directamente con el contenido de clorofila y el tamaño del dosel vegetal que aumenta la intercepción de radiación solar y fotosíntesis, generando una mayor acumulación de materia seca (Abayomi et al., 2008). Okeleye y Okelana (2000); y Nkaa et al. (2014), mencionan que el peso seco de raíces y materia seca total mostraron resultados favorables a la aplicación de fósforo en el caupi.

4.6. Rendimiento de la semilla (kg/ha)

En la tabla 14, el análisis de varianza se aprecia que no hubo diferencia significativa entre los bloques ($p=0,068$), es decir los bloques no influyen en el rendimiento de semillas (kg/ha) de crotalaria (*C. juncea*), mientras que los tratamientos mostraron diferencia significativa ($p=0,001$), reconociendo que el rendimiento de la semilla (kg/ha) dependen de las diferentes dosis de fertilización.

El coeficiente de determinación fue de 81,71 % y el coeficiente de variabilidad de 3,09 %; demostrando que existe un muy alto grado de significancia entre los tratamientos estudiados y el rendimiento de la semilla; estos valores se encuentran dentro del rango de aceptación, corroborado a lo expuesto por Calzada (1982).

Tabla 14
Análisis de varianza del rendimiento de la semilla (Kg/ha)

FV	SCT	GL	SCM	F	Sig.
Bloque	329284,133	2	164642,067	3,553	0,068 ^{ns}
Tratamiento	7534766,07	19	396566,635	8,558	0,001*
Error	1760798,53	38	46336,804		
Total	9624848,733	59			

a. R^2 (%) = 81,71 b.CV (%) = 3,09

La figura 12, muestra la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de confianza al 95 % para el rendimiento de la semilla (kg/ha). El mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha), con 1562,67 kg/ha, asimismo mostro diferencias significativas con casi todos los tratamientos, a excepción de los tratamientos T6, T7, T2, T10 y T19. La interacción entre elementos nutritivos es positiva cuando el efecto producido por un conjunto de dos factores, en este caso nutrientes, es superior a la suma del efecto de los dos factores considerados aisladamente, de esta manera, si se satisfacen las necesidades de un cultivo en fosforo se asegura la eficacia de la fertilización.

De acuerdo a los resultados, se aprecia que en definitiva no hubo una relación entre la combinación de las fuentes con los rendimientos, esto es sustentada por la ley Mistcherlich.

La última posición la ocupa el testigo absoluto T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha, con un peso de 320,00 Kg/ha, no mostrando diferencia significativa con los tratamientos T5, T20, T14, T17, T11, T13, T18, T8 y T12, valores que fluctúan desde

los 738,67 kg/ha hasta 522,67 kg/ha. Si se compara entre el T9 y el testigo absoluto T1, se logra una ganancia en rendimiento de 388,33 % o 4,88 veces más.

Tabla 15

Prueba de Tukey ($p < 0,05$) rendimiento de la semilla (kg/ha)

Tratamiento	Dosis Roca Fosfórica + Ulexita	Rendimiento Kg/ha	Rango
T9	103,68 Kg/ha + 00 Kg/ha	1562,67	a
T6	50,69 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	1428,00	ab
T7	50,69 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	1144,00	abc
T2	00 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	1068,00	abc
T10	103,68 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	1010,67	abc
T19	200,46 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	997,33	abc
T4	00 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	906,67	bc
T3	00 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	873,33	bc
T15	149,76 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	822,67	bc
T16	149,76 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	812,67	bc
T5	50,69 Kg/ha + 00 Kg/ha	738,67	cd
T20	200,46 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	718,67	cd
T14	149,76 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	622,67	cd
T17	200,46 Kg/ha + 00 Kg/ha	621,33	cd
T11	103,68 Kg/ha + 3,5 Kg/ha	620,00	cd
T13	149,76 Kg/ha + 00 Kg/ha	592,00	cd
T18	200,46 Kg/ha + 1,5 Kg/ha	558,67	cd
T8	50,69 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	528,00	cd
T12	103,68 Kg/ha + 5,5 Kg/ha	522,67	cd
T1	00 Kg/ha + 00 Kg/ha	320,00	d

La tabla 15, muestra el mayor valor alcanzado fue el T9 (Roca fosfórica 103,68 Kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha), con 1562,67 kg/ha, asimismo mostro diferencias significativas con casi todos los tratamientos, a excepción de los tratamientos T6, T7, T2, T10 y T19. Ocupando la última posición el testigo absoluto T1: Roca fosfórica 00 Kg/ha + ULEXITA 00 kg/ha, con un peso de 320,00 Kg/ha, no mostrando diferencia.

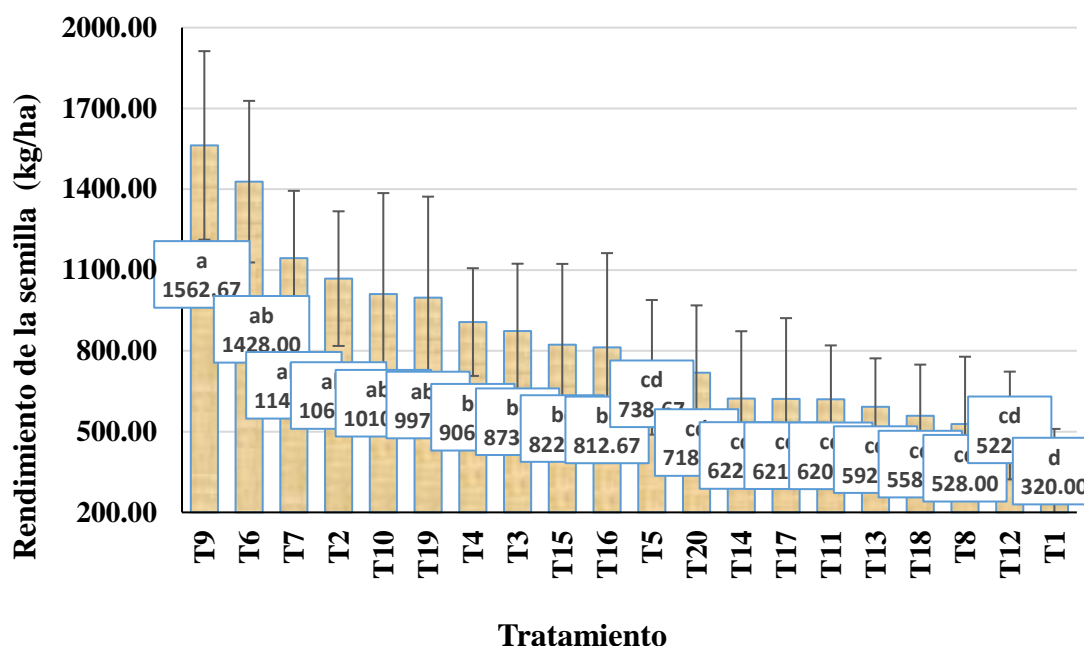


Figura 12. Prueba de Tukey ($P < 0,05$) del rendimiento de la semilla (kg/ha) de crotalaria (*C. juncea*) con diferentes dosis de fertilización.

Para alcanzar un buen rendimiento en campo, esta especie debe ser sembrada a una profundidad del suelo de $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada esto garantizará la buena germinación, emergencia, establecimiento de las plántulas y finalmente un buen rendimiento, (Wang, et al., (2022)). Esta información coincide con la metodología aplicada en la presente investigación, en la que se sembró semillas de *C. juncea* a una profundidad de aproximadamente 2 cm, garantizando la germinación, emergencia y finalmente un buen rendimiento.

Los resultados indican que la fertilización con roca fosfórica y ulexita tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento de semilla, en contraste con el testigo. Vela (1995), menciona que el rendimiento de biomasa y semillas de las principales especies forrajeras son generalmente bajos debido a que los racimos florales no se llenan por falta de nutrientes en el suelo, siendo la principal carencia el P, característica de los suelos de trópico. Información que se constata con el T1 (testigo), que al no tener una fuente extra de P alcanzó el promedio más bajo en rendimiento de semillas (320 kg/ha).

La prueba de Tukey indica que la aplicación de roca fosfórica, ulexita y ambos logran un mayor rendimiento de semillas comparado con el resultado alcanzado por el testigo. Esto concuerda con lo mencionado por ESEEDS (2019), que indica que los niveles de fósforo, nitrógeno y potasio deben ser mantenidos en su estado óptimo dado que son macro elementos que están vinculados al crecimiento de las especies vegetales, así

mismo añade que la fertilización para *Crotalaria juncea* no debe ser muy rico en nitrógeno, pero sí alto en fosforo y potasio.

Wang et al. (2022), indican que, en todo el mundo, los rendimientos de semillas de *Crotalaria juncea* oscilan entre 448,34 kg y 1008 kg por hectárea. Promedios inferiores a los alcanzados en la presente investigación aplicando solo una fuente de fertilizante rico en fósforo T9 (roca fosfórica 103,68 kg/ha), obteniendo un rendimiento de semilla equivalente a 1562,67 kg/ha.

Así mismo, Wang et al. (2022), añaden que es posible aumentar los rendimientos de semillas cortando el tallo principal a 90 centímetros sobre el suelo o más para inducir más ramas y flores.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y dentro de los lineamientos perseguidos a través de los objetivos trazados, se concluye que:

- El tratamiento sobresaliente en toda la investigación es el T9 (roca fosfórica 103,68 kg/ha + ulexita 00 kg/ha), alcanzando los promedios más altos en altura de planta (132 cm), porcentaje de sanidad de semillas (85,37 %), peso de 1 000 semillas (32,66 g), peso de semillas con cáscara (5 800 g), peso seco de semillas sin cáscara (3 906,67 g), y rendimiento (1 562,67 kg/ha). En vista a los resultados, se concluye que la incorporación de roca fosfórica en esa dosificación tiene efectos positivos en la producción de semillas y desarrollo vegetativo de *Crotalaria juncea* en suelos ácidos.
- El testigo absoluto (T1), obtuvo los menores promedios en cada variable: altura de planta (118,85 cm), porcentaje de sanidad de semillas (52,46%), 1 000 semillas (29,59 %), peso de semillas con cáscara (2 300 g), peso seco de semillas sin cáscara (800 g), (320 kg/ha). A la luz de la data obtenida, se concluye que, pese a que *Crotalaria juncea* es una fábacea y por tanto fija nitrógeno para su uso individual y residual en el suelo, un plan de fertilización rico en fósforo maximiza la producción de biomasa aérea, sanidad vegetal y rendimiento en semillas. Lo que finalmente podría ser aprovechado como abono verde para el suelo y producción de semillas para posteriores siembras.
- Se evidencia las plantas con nutrimentos adecuados, tienen mayor porcentaje de sanidad que las que no, como el T1. Los nutrientes incorporados apoyan en mayor medida a contrarrestar el desarrollo y proliferación de enfermedades.
- Al tener una única forma de propagación (semillas), se debe considerar un plan de fertilización rico en P que permita resultados óptimos en rendimiento de semillas de *Crotalaria juncea* en nuestra zona de selva peruana, para beneficio de los agricultores quienes no tienen acceso a semillas en términos de cantidad y calidad; teniendo en cuenta que las semillas pueden permanecer viables durante varios años si se almacenan correctamente a temperaturas bajas.

RECOMENDACIONES

- En futuras investigaciones se recomienda realizar evaluaciones respecto a la biomasa aérea fresca y seca.
- Realizar análisis de suelos antes de la siembra y después de la cosecha de *Crotalaria juncea* para verificar el estado inicial y final nutricional del suelo.
- Realizar un balance económico para determinar la rentabilidad de los costos de instalación y beneficios de *Crotalaria juncea* para el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abayomi, Y., Ajibade T., Sammuel O., y Saadudeen B., (2008). Respuestas de crecimiento y rendimiento de genotipos de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) a la aplicación de fertilizante nitrogenado (NPK) en la zona de sabana de Guinea del Sur Nigeria. *Revista asiática de ciencias vegetales*, 7: 170-176.
- Alarcón, A. (2001). El boro como nutriente esencial. Universidad Politécnica de Cartagena. Dpto. Producción Agraria. Área Edafología y Química Agrícola. ETSIA. *Revista Horticultura*, 3:51-80.
- Almeida-Santos, L., Obrador-Olán, J., García-López, E., Castelán-Estrada, M.; Carrillo-Ávila, E. (2019). Cultivo e incorporación de *Crotalaria juncea* L. en un suelo cañero de la Chontalpa, Tabasco, México. *Agroproductividad* Vol. 12, Núm. 7, julio: 87-93.
- Botero (2015), Dosis recomendable de aplicación de fertilizantes I. Página del Ganadero Fedegán – Fondo Nacional del Ganado FNG. Pag. 286
- Box, G. y Hunter R, W. (1989). *Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de los datos y construcción de modelos*. Estados Unidos. Ed. Reverté. 675 p.
- Calderón-Vásquez, C.; A la Torre, C.; Simpson W. and Herrera E. (2009). Maize under phosphate limitation. *Handbook of Maize Its Biology*. USA. 381-404 pp.
- Carreras, M.; Pascualides A. y Planchuelo A., (2001). Comportamiento germinativo de las semillas de *Crotalaria incana* L. (Leguminosae) en relación a la permeabilidad de la cubierta seminal. *AgriScientia* 18: 45-50.
- Caruzo, E., y Vela J., (2004), Niveles de fertilización con roca fosfórica en el rendimiento de biomasa y semilla en *Centrosema macrocarpum*. Programa de Pastos y Forrajes de la Estación Experimental – INIA – Pucallpa, Perú.
- Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Quinta Edición. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 643 p.
- Cook, C.G. y G.A. White (1996). *Crotalaria juncea: A potential multi-purpose fiber crop*. En: J. Janick (ed.), pp. 389-394. Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA. <http://www.hort.purdue.edu>.

De Freitas, V.H. (2000). Manejo de suelo en pequeñas fincas. Estrategias y métodos de introducción, tecnologías y equipos (Vol. Boletín de suelos 77). Roma, Italia: FAO. Obtenido de <http://www.fao>.

Esseeds (2019), *Crotalaria juncea* L. o Crescent Sunn. C/ Siete, N°4. Polígono Industrial San Nicolás 41500 Alcalá de Guadaira – Sevilla. <https://esseeds.com/semillas/crescent-sunn/>

Fertilizantes y semillas Andinas (2021), “Borosoil Ulexita” - Ficha técnica. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/520546300/borosoil-ulexita-ficha-tecnica-25-27#>

Fosyeiki S.A.C.2020.Ficha técnica de la roca fosfórica. <https://es.scribd.com/document/466920894/Roca-Fosforica>

Giraldo, Á.G. (2003). Abonos verdes, características y especies utilizables. FAO. En: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/abonos%20verdes.pdf.

Gliessman, S. (2002). Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, C.R. Obtenido de: <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologiaprocesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephenr-gliessman.pdf>.

Haruna, I. and Aliyu, L. (2011). *Yield and economic returns of sesame (Sesamum indicum L.) as influenced by poultry manure, nitrogen and phosphorus at Samaru, Nigeria*. Elixir Agric. 39:4884-4887.

Hernández, G., Toscano, V., Méndez, N., Gómez, L., Mullings, M. (1996). Efecto de la concentración de fósforo sobre su asimilación en tres genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agron. Mesoam*. 7(1):80-85.

Huber, D. (1989). *Soilborne plant pathogen: management of disease with macro and microelements*. In: A.W. Engelhard (ed.). APS Press. St. Paul, Minnesota. pp. 1-8.

Huber, D. (1980). *The role of mineral nutrition in defense*. In: J.G. Horsfall y E.B. Cowling (eds.). *Plant disease and advanced treatise*. Academic Press, New York. Vol. 5. pp. 386-406

- INIA, (2014). Abonos Verdes de Verano. Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate". Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental. Uruguay.
- INTAGRI, (2016). Ventajas del uso de roca fosfórica en la agricultura. Serie Suelos. Núm. 30. *Artículos Técnicos de INTAGRI*. México. 3 p.
- Intagri (2017). El rol de los nutrientes en la resistencia a enfermedades de las plantas de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/rol-de-los-nutrientes-en-la-resistencia-a-enfermedades>
- International Seed Testing Association, (2007). *Method Validation for Seed Testing*. Bassersdorf, Switzerland. 70 pp.
- Khasawneh, E. y Doll E. (1978), The use of phosphate rock for direct application to soil. *Adv. in Agron.* 30: 159-204.
- Kissmann, K. y Groth D., (1992). *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo 2: Dicotiledóneas. BASF Brasileira S.A., São Paulo 798 pp.
- López, E. (2008). *La nutrición y su relación con el síndrome de la punta morada*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", México.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd edition. Academic Press, London.
- Maldonado Y., (2021). Ulexita, significado, propiedades y usos. Disponible es <https://geologiaweb.com/minerales/ulexita/>.
- Medina, G.; Orozco, M.; Bolívar, J.; Ramírez, P. (1999). Acumulación y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en *Gypsophila paniculata* L. cv. Perfecta. *Agron. Colomb.* 16(1-3):46-50.
- Montgomery, B. (1954). *Sunn fiber*. En: H.R. Mauersberger (ed.), *Mathew's textile fibers*. pp. 323-327. 6th ed. Wiley, New York.
- Muraoka, C., Ambrosano, E., Zapata, F., Bortoletto, N., Martins, A., Trivelin, P. y Scivittaro, W. (2002). Eficiencia de abonos verdes (crotalaria y mucuna) y urea, aplicados solos o juntamente como fuentes de N para el cultivo de arroz. *Terra Latinoamericana* 20(1), 17-23. Obtenido de Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320104>

Nkaa, F.; Nwokeocha, O.; Ihuoma, O. (2014). Effect of phosphorus fertilizer on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*). *J. Pharmacy Biological Sc.* 9(5):74-82.

Nuestro suelo (2021), *Crotalaria juncea*: Implicaciones en el suelo agropecuario. Investigación & Rentabilidad, de <https://nuestrosuelo.com/page30.html>

Pascualide A., y Ateca N. (2013), Germinación y vigor de morfotipos de semillas de *Crotalaria juncea* L. (Fabaceae). *Fyton - Revista internacional de botánica experimental*, FYTON ISSN 0031 9457 (2013) 82: 313-319. Argentina - Fundación Rómulo Raggio.

Plantscience (2023), Deficiencia de fósforo. Disponible es: <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-fosforo>

Pérez M. (2007), Eficiencia de algunas leguminosas en la utilización de fósforo proveniente de rocas fosfóricas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2007, 24: 113-132. Recursos Agroecológicos, estado Aragua, Venezuela.

Pérez, M.J. y T.J. Smyth. 2005. Efecto de la planta sobre el pH de la rizosfera y disolución de rocas fosfóricas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 22 (3): 143-156.

Promix (2022), Rol del boro en el cultivo de plantas. Disponible en:

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

Ohdan, H. and Daimon H., (1998). Evaluation of amount of nitrogen fixed in *Crotalaria* spp. and nitrogen turnover to the succeeding wheat. *Jpn. J. Crop. Sci.* 67:193- 199.

Okeleye, K. y Okelana, M. (2000). Effect of phosphorus fertilizer on nodulation, growth, and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties. *Indian J. of Agric. Sci.* 67(1):10-12.

Ramadevi, J. y Rama G. (2005). Seed size on crop growth and pod yield in groundnut. *The Madras Agricultural Journal* 92: 584- 588.

- Ramírez R., (2006). Eficiencia del uso del fósforo de la roca fosfórica por cultivares de maíz. *Interciencia*. V.31. n. 1. Caracas.
- Rasche, J., Cabral, C. y Muller, E. (2016). Fertilización fosfatada y encalado y su efecto sobre el desarrollo, productividad y ataque del barrenador en caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 43 (1): 36 - 43.
- Rascón J., (2015), *Crotalaria juncea L. como restauradora de la fertilidad de suelos cañeros*. Tesina de Maestría tecnológica. Programa de manejo sustentable del cultivo de la caña de azúcar. Colegio de postgraduados – Campus Tabasco.
- Razaq M, P Zhang, H Shen H, Salahuddin . 2017. Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*. *PLoS ONE* 12(2): e0171321. DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28234921>
- Robinson, J. y Syers J. (1991). Effects of solution calcium concentration and calcium sink on the dissolution of Gafsa phosphate rock in soils. *J. Soil Sci.* 42: 389-397.
- Salinas J.; Peña-Valdivia C.; Trejo C., Vásquez M., López C. y Padilla D., (2022), Componentes del rendimiento de *Crotalaria longirostrata*, México. *Polobotánica*, no.54 México jul. 2022. Epub 12-Sep-2022 *versión impresa* ISSN 1405-2768.
- Soto-Estada, C.; Dávila A.; Villaseñor J.; Medina, L. y Télles, V. (2004). *Crotalariaeae*. (Eds.), *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*.
- Suma R., y Savitha C. (2015). Integrated sugarcane trash management: a novel technology of sustaining soil health and sugarcane yield. *Adv. Crop. Sci. Tech*, 3(1): 1-4. doi:<http://dx.doi.org/10.4172/2329-8863.1000160>
- Sung, F.J.M. (1992). Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence strength. *Seed Science and Technology* 20: 527-532.
- Treadwell, D. y M. Alligood (2008). *Sunn hemp (Crotalaria juncea L.): A summer cover crop for Florida vegetable producers*. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. EDIS <http://edis.ifas.ufl.edu>.

- Tripathi, M., Chaudhary, B., Bhandari, H., y Harish, E. (2012). Effect of varieties, irrigation and nitrogen management on fibre yield of sunnhemp. *Journal of Crop and Weed*, 8, 84-85.
- Velasco V., (1999). Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana*, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 193-200 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- Vernetti, FJ. 1983. Soya, genética y mejoramiento. *Fundacao Cargill*, VI.2 Brasil Pag. 465-990.
- Wang Q., Li Y., Klassen W. y Hanlon E., (2022). *Un cultivo de cobertura prometedor en Florida*. University of Florida - IFAS Extension Publicación # SL 306.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo de la parcela.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: JAIR RODRÍGUEZ GONZÁLES
PROVINCIA: SAN MARTÍN
DISTRITO: SAN ANTONIO
FUNDO: AUCALOMA

FECHA DE MUESTREO: 12/11/2021
FECHA DE REPORTE: 27/11/2021
CULTIVO: PURMA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas	% Aci. Inter
	% Aren	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
1	46	32	22	F Arc Ar	5.1	61.12	2.69	0.1	6.3	97	6	4.32	0.23	0.2	0.1	1.12	1.43	81	24

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
5.132	61.12	2.69	0.1345	6.34	97.34	4.32	0.23	0.12	0	1.43
Fuertemente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Alto


da \rightarrow 1.35 t/m³

SOLICITANTE: JAIR RODRÍGUEZ GONZÁLES

FECHA DE REPORTE: 27/11/2021

Existencia en suelo		Extracción de 50 t/ha Tomate		Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	22.9 kg/ha	N		kg/ha	Guano de isla	0.00 kg/ha		g/planta
P ₂ O ₅	2.5 kg/ha	P ₂ O ₅		kg/ha		kg/ha		g/planta
K ₂ O	88.3 kg/ha	K ₂ O		kg/ha	Sulfato de potasio	0.00 kg/ha		g/planta
MgO	5.0 kg/ha	MgO		kg/ha	Sulpomag	0.00 kg/ha		g/planta
CaO	130.6 kg/ha	CaO		kg/ha		kg/ha		g/planta

Existencia en suelo		Extracción de 50 t/ha Tomate		Balance	Reposición con fertilización química mínima			
N	22.9 kg/ha	N	0	kg/ha	Fosfato diamónico	0.00 kg/ha		g/planta
P ₂ O ₅	2.5 kg/ha	P ₂ O ₅	0	kg/ha		kg/ha		g/planta
K ₂ O	88.3 kg/ha	K ₂ O	0	kg/ha	Sulfato de potasio	0.00 kg/ha		g/planta
MgO	5.0 kg/ha	MgO	0	kg/ha	Sulpomag	0.00 kg/ha		g/planta
CaO	130.6 kg/ha	CaO	0	kg/ha		kg/ha		g/planta


Ing. Carlos Verde Girbau
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas
UNSM - TARAPOTO
Facultad de Ciencias Agrarias

Jr. Amorarca cdra 3
Distrito de Morales
Ciudad Universitaria

Email: cverde@unsm.edu.pe
Telf. 985800927

Anexo 2. Condiciones climáticas del periodo noviembre del 2021 a abril del 2022. Estación SENAMHI, Lamas.

Meses	Precipitación total mensual (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
		Máxima	Media	Mínima	
Noviembre	74,2	31,1	25,8	23,2	82,0
Diciembre	89,6	30,0	25,1	18,0	84,0
Enero	139,2	28,5	24,1	18,9	84,0
Febrero	100,3	28,0	23,9	18,6	85,0
Marzo	225,8	27,8	23,5	17,9	87,0
Abril	139,9	27,4	23,3	17,8	87,0

Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de Crotalaria (Crotalaria juncea L.) en la provincia de Lamas- San Martín

por Jair Rodríguez - Gonzales

Fecha de entrega: 15-ago-2023 11:23a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2146253277

Nombre del archivo: AGRONOMIA_-Jair_UNSM_2_ok.docx (1.82M)

Total de palabras: 13075

Total de caracteres: 67641

Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de Crotalaria (Crotalaria juncea L.) en la provincia de Lamas- San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	geologiaweb.com Fuente de Internet	1%
6	revista-agroproductividad.org Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
8	www.tropseeds.com Fuente de Internet	1%