

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE POSGRADO EN AGROECOLOGÍA
MAESTRÍA PROFESIONAL UNIVERSIDAD ESTATAL DE MARINGÁ**

GIDIER VÁSQUEZ GARCÍA

**“AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ UTILIZANDO
ABONO VERDE Y DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA REGIÓN DE
SAN MARTÍN, PERÚ”**

Maringá-PR

2025

GIDIER VASQUEZ GARCIA

**“AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ UTILIZANDO
ABONO VERDE Y DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA REGIÓN DE
SAN MARTÍN, PERÚ”**

Tesis presentada al Programa de Posgrado en Agroecología, Maestría Profesional, del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Maringá, como requisito parcial para la obtención del título de Maestro en Agroecología.

Asesor: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto

Co-asesor: Prof Dr. Agustin Cerna Mendoza

Maringá-PR

2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

V335a	Vásquez García, Gidier Aumento de la productividad del cultivo de maíz utilizando abono verde y diferentes dosis de nitrógeno en la región de San Martín, Perú / Gidier Vásquez García. -- Maringá, PR, 2025. 59 f. : il. color., figs., tabs. Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto. Coorientador: Prof. Dr. Agustín Cerna Mendoza. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2025. 1. Cobertura vegetal. 2. Milho (<i>Zea mays</i> L.) - Produtividade. 3. Milho (<i>Zea mays</i> L.) - Adubação nitrogenada. 4. Milho (<i>Zea mays</i> L.) - Adubação verde. I. Pinheiro Neto, Raimundo, orient. II. Cerna Mendoza, Agustín, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título. CDD 23.ed. 633.15
-------	---

GIDIER VÁSQUEZ GARCÍA

**AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ UTILIZANDO
ABONO VERDE Y DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA REGIÓN DE
SAN MARTÍN, PERÚ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional – PROFAGROEC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

APROVADO em 06 de abril de 2026.

Prof. Dr. Agustin Cerna Mendoza
UNSM – Peru (Coorientador)

Prof. Dr. José Marcos Bastos Andrade
UEM

Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto
(UEM - PROFAGROEC) (Orientador)

Dedico este trabajo de maestría a mi padre Que Descanse en Paz, y a mi madre, mi esposa, mis compañeros de trabajo, los trabajadores del programa nacional de maíz de la estación experimental El Porvenir – INIA, quienes contribuyeron a la realización de este trabajo experimental.

AGRADECIMENTOS

Doy gracias a Dios por la fuerza y la salud que me ha dado durante estos años de mi vida, para superar los obstáculos y ser testigo de muchas alegrías.

Agradezco a PROFAGROEC, UEM y SETI por su apoyo.

Agradezco a mi asesor, el profesor Dr. Raimundo Pinheiro Neto, por todo el apoyo, la paciencia, la dedicación y el respeto por mi trabajo y mis ideales.

Agradezco a mi familia, a mi padre QEDG que guía mi camino desde el cielo, a mi madre que siempre me protege con sus oraciones y a mis hermanos y hermanas que siempre me han apoyado, me han animado, sobre todo en esta etapa tan importante.

En particular, doy las gracias a mis hermanas.

A mis compañeros de maestría por su compañía incondicional. por las amables palabras de aliento para completar el trabajo de investigación.

A los profesores por el apoyo y la información útil compartida.

A mi esposa por su apoyo, comprensión, paciencia y mucha ayuda durante esta etapa de mi vida y a todos los que contribuyeron directa e indirectamente al desarrollo de este trabajo.

Por tanto, de Él, por Él y para Él son todas las cosas. ¡A Él sea la gloria por los siglos! Amén.

(Romanos 11:36.)

RESUMEN

El presente estudio determino el beneficio del uso de las coberturas vegetales o abonos verdes más diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.), se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de (3 x 5), el experimento se estructuro con 4 bloques y con factores A de coberturas con tres niveles; Canavalia, Crotalaria, sin abono verde. El factor B Dosis de Nitrógeno con cinco niveles; 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, conformando 15 tratamientos y 15 plantas evaluados por tratamiento, conformándose 4 bloques o repeticiones, con un total de 60 unidades experimentales; teniendo como resultado que el factor nitrógeno tiene un impacto significativo sobre las variables estudiados canavalia+Nitrogeno, crotalaria + Nitrogeno y sin abonos verdes + Nitrogeno; donde el tratamiento T4 que corresponde a Canavalia + 75% Nitrógeno obtuvo el mayor rendimiento con 6700.25 kilos de maíz por hectárea en comparación al tratamiento T6 que corresponde al factor Crotalaria + 00 % de nitrógeno que obtuvo un menor rendimiento de kilos por hectárea con un valor de 4,951.5 kilos por hectárea, obteniendo una diferencia de 1,748.75 kilos por hectárea lo que representa un 26.09% de incremento; resultado que los abonos verdes son una alternativa ecológica para incrementar la productividad.

Palabras clave: coberturas vegetales; nutrición; *Zea mays* L.

ABSTRACT

The present study determines the benefit of the use of vegetation covers or green allowances with different nitrogen dosages in the yield of corn (*Zea mays* L.), the completely random block design (DBCA) was implemented, with a factorial arrangement of (3 x 5), the experiment is structured with 4 blocks and with factors A of covers with three levels; Canavalia, Crotalaria, without green allowance. El factor B Nitrogen dosage with five levels; 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, comprising 15 treatments and 15 plants evaluated per treatment, comprising 4 blocks or repetitions, with a total of 60 experimental units; having as a result that the nitrogen factor has a significant impact on the variables studied canavalia+Nitrogen, crotalaria + Nitrogen and without green allowances + Nitrogen; where the T4 treatment that corresponds to Canavalia + 75% Nitrogen obtains the highest yield with 6700.25 kilos of corn per hectare in comparison to the T6 treatment that corresponds to the Crotalaria + 00% nitrogen factor that obtains a lower yield of kilos per hectare with a value of 4,951.5 kilos per hectarea, obtaining a difference of 1,748.75 kilos per hectarea, which represents a 26.09% increase; The result is that green allowances are an ecological alternative to increase productivity.

Keywords: vegetation cover; nutrition; *Zea mays* L.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Diseño experimental.....	25
Tabla 2 - Cantidades de fertilizante utilizado en el experimento.....	33
Tabla 3 - Análisis de varianza de la altura de planta.....	46
Tabla 4 - Analisis de varianza del diámetro del tallo.....	47
Tabla 5 - Analisis de varianza numero de hojas por planta	48
Tabla 6 - Analisis de varianza numero de área foliar.....	49
Tabla 7 - Analisis de varianza altura de espiga.....	50
Tabla 8 - Analisis de varianza peso de raíz.....	51
Tabla 9 - Analisis de varianza numero de mazorcas.....	52
Tabla 10 - Analisis de varianza tamaño de mazorcas.....	53
Tabla 11 - Analisis de varianza numero de granos de mazorca.....	54
Tabla 12 - Analisis de varianza peso de 100 granos.....	55
Tabla 13 - Analisis de varianza peso de tuca.....	56
Tabla 14 - Analisis de varianza rendimiento.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de parcela experimental	23
Figura 2 - Ubicación de la parcela experimental	23
Figura 3 - Población y muestra de las plantas de la investigación en campo	24
Figura 4 - Muestras evaluadas en campo	25
Figura 5 - Toma de muestra de suelo	26
Figura 6 - Muestra de suelo	26
Figura 7 - Preparación de terreno	27
Figura 8 - Preparación de terreno	27
Figura 9 - Medición de experimento	27
Figura 10 - Estaqueado Muestras	27
Figura 11 - Semillas de las leguminosas	28
Figura 12 - Croqui de la siembra de Canavalia	28
Figura 13 - Croqui de la siembra de Crotalaria	29
Figura 14 - Siembra de maíz INIA 624 Killu Suk	30
Figura 15 - Primer abonamiento maíz	31
Figura 16 - Segundo abonamiento maíz	32
Figura 17 - Aporque y control de maleza	33
Figura 18 - Control de plagas	33
Figura 19 - Cosecha de maíz	34
Figura 20 - Evaluacion de la altura de la planta	35
Figura 21 - Diámetro del tallo	35
Figura 22 - Número de hojas	36
Figura 23 - Altura de la espiga	37
Figura 24 - Evaluación del Área foliar	38
Figura 25 - Peso de la raíz	38
Figura 26 - Tamaño de mazorcas	39
Figura 27 - Número de espigas	39
Figura 28 - Segundo abonamiento maíz	32
Figura 29 - Aporque y control de maleza	33

Figura 30 - Control de plagas	33
Figura 31 - Cosecha de maíz	34
Figura 32 - Evaluacion de la altura de la planta	35
Figura 33 - Diámetro del tallo	35
Figura 34 - Número de hojas	36
Figura 35 - Altura de la espiga	37
Figura 36 - Evaluación del Área foliar	38
Figura 37 - Peso de la raíz	38
Figura 38 - Tamaño de mazorcas	39
Figura 39 - Número de espigas	39

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo general	15
1.1.2 Objetivos específicos	16
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA	16
2.1 Producción mundial y nacional de maíz	16
2.2 Producción en la región maicola de San Martín	17
2.3 Características generales del cultivo del maíz	17
2.3.1 Clima	17
2.3.2 Radiación solar	17
2.3.3 Humedad del suelo	18
2.4 Variedad INIA 624 KILLU SUK	18
2.5 Características de las especies <i>Crotalaria juncea</i> y <i>Canavalia ensiformis</i>	19
2.6 Uso de la urea en el mundo	20
3 MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación de la investigación	21
3.2 Población y muestra	22
3.3 Diseño experimental	23
3.4 Plantas evaluadas	24
3.5 Las variables evaluadas	24
3.6 Toma de muestras de suelo para análisis	25
3.7 Preparando el terreno	25
3.8 Semeando adubos verdes	26
3.9 Incorporación de abonos verdes al suelo	28
3.10 Siembra de maíz	28
3.11 Desahije	29
3.12 Fertilización	30
3.13 Deshierbe y control de malezas	31
3.14 Control de plagas	32
3.15 Cosecha	33
3.16 Caracterización de las variables evaluadas	33
3.16.1 Altura de la planta	33
3.16.2 Diámetro del Tallo.....	34
3.16.3 Número de hojas	35
3.16.4 Altura de la espiga	35
3.16.5 Área foliar	36
3.16.6 Peso de la raíz	37
3.16.7 Tamaño de mazorcas	38
3.16.8 Número de espigas.....	38
3.16.9 Número de granos por mazorca.....	39
3.16.10 Peso de Tusa	40
3.17 Análisis estadísticos	41
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 Altura de la planta	41
4.2 Diámetro del tallo	42
4.3 Número de hojas por planta	44
4.4 Área foliar	45

4.5 Altura de espiga	46
4.6 Peso de la raíz	47
4.7 Número de Mazorcas	48
4.8 Tamaño de Mazorcas	49
4.9 Número de granos por mazorca	50
4.10 Peso de 100 granos	51
4.11 Peso de Tusa	52
4.12 Rendimiento	53
5 CONCLUSIONES.....	54
REFERENCIAS	56

1 INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos importantes en el Perú, forma parte de la cadena agroalimentaria del país, es el principal insumo para la producción avícola y porcina y también se consume en sus diversos derivados (Analuisa et al., 2022). La producción nacional no satisface el consumo interno, por lo que el país se ve obligado a importar entre el 60 y el 65% de la necesidad total, además participa como o segundo alimento, mas consumido mundialmente por sus características nutricionales (Zermeño-González et al., 2015).

En Perú, el maíz es uno de los cultivos más importantes en cuanto a superficie, con 280.339 hectáreas cultivadas durante la temporada agrícola (MIDAGRI, 2023), mientras que en la región de San Martín se cultivaron 29.323 hectáreas de maíz amarillo duro, lo que representa el 25,65 % de la superficie total sembrada a nivel nacional. El rendimiento nacional promedio fue de 4.902 kg/ha, mientras que el rendimiento regional promedio fue de 3.871 kg/ha (MINAGRI, 2023).

La optimización del manejo de nutrientes se ha convertido en una práctica agrícola indispensable, esencial para maximizar la productividad y el rendimiento de los cultivos mediante el suministro de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (Sedlacek et al., 2020). Esta práctica busca no solo lograr altos rendimientos y reducir los costos de producción mediante el uso equilibrado de fertilizantes, sino también minimizar los impactos ambientales adversos asociados con la aplicación inadecuada de insumos (Yousaf et al., 2016). Un diagnóstico preciso y un uso eficiente son cruciales para mejorar la calidad y la cantidad de la producción, evitar gastos innecesarios y proteger el medio ambiente (Pacheco-Sangerman et al., 2022).

El maíz es uno de los cultivos que más nitrógeno consume, ya que este elemento forma las diversas estructuras celulares. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el potasio también es muy importante para el crecimiento de la planta, las cantidades de potasio absorbidas son tan grandes como el nitrógeno, también favorece la formación y translocación de azúcares a los órganos de acumulación (Imakumbili et al., 2020).

A pesar de los evidentes beneficios, el uso excesivo e ineficiente de fertilizantes, especialmente los nitrogenados, genera importantes pérdidas económicas e impactos ambientales nocivos, como la contaminación de cuerpos de agua y la emisión de gases de efecto invernadero (Carmona et al., 2021).

Entre las diversas especies de familias botánicas que pueden cultivarse como abonos verdes, destacan las de la familia Fabaceae. Las leguminosas, además de aportar beneficios similares a los de otras especies, tienen la capacidad de acumular nitrógeno mediante fijación biológica (Teodoro et al., 2011).

En este contexto, el uso de *Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea* es crucial en el cultivo de maíz, ya que aportan numerosos beneficios. Estas plantas proporcionan abono verde, controlan las malezas y mejoran la calidad de la materia orgánica del suelo. Al ser leguminosas, tienen la capacidad de capturar nitrógeno del aire y transformarlo en una forma aprovechable por el suelo, reduciendo la necesidad de fertilizantes nitrogenados artificiales. Además, forman una capa de mantillo sobre el suelo, protegiéndolo de la erosión causada por la lluvia y la luz solar directa, también ayudan a retener la humedad del suelo y ayudando a controlar plagas y enfermedades del suelo (Rocha et al., 2016).

En esta situación, es de gran importancia enfocar los esfuerzos en identificar prácticas de manejo del cultivo de maíz que resulten en un aumento de la productividad y, al mismo tiempo, en mejores propiedades del suelo. Así, el aprovechamiento de la cubierta vegetal previamente incorporada al suelo tendría un gran potencial para alcanzar el aumento de la productividad de manera sostenible.

Frente a este escenario, se formula la siguiente pregunta de investigación: **¿cuál es el aumento de la productividad del cultivo de maíz utilizando abono verde y diferentes dosis de nitrógeno en la región de San Martín, Perú?**

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

El objetivo general de esta investigación es analizar el aumento de la productividad del cultivo de maíz utilizando abono verde y diferentes dosis de nitrógeno en la región de San Martín, Perú.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el efecto de los abonos verdes en la productividad en el cultivo de maíz;
- Analizar la eficiencia de las dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Producción mundial y nacional de maíz

Según Arias et al. (2018), Bravo et al. (2019) y Del Carpio et al. (2021), con una producción global de 1070 millones de toneladas, el maíz amarillo duro es el cereal más cultivado en el mundo presenta 40% del total de granos, y sirve como alimento para humanos, aves y cerdos, además de ser utilizado en la producción de bienes industriales. Bravo et al. (2019), señalan a Estados Unidos como líder mundial en producción de maíz con 372 millones de toneladas, lo que representa el 32% de la producción mundial. Estados Unidos exporta el 37% de su producción total y alcanza las 10 toneladas por hectárea. Le sigue China con el 23% de la producción y un rendimiento de 6 toneladas por hectárea, seguido de Brasil con el 8,6% del total de la producción mundial y 4 toneladas por hectárea. Un tercio de los granos comercializados en el mundo son maíz amarillo duro. Wang y Hu (2021) señalan que los primeros exportadores en el periodo 2020-2021 fueron Estados Unidos, Brasil, Argentina y Ucrania, con el 88,12% de las exportaciones mundiales, y señalan que la mejora tecnológica es fundamental para aumentar la productividad y la oferta de granos (Reyna-Delgado et al., 2024).

En Perú, la producción de maíz amarillo duro alcanzó las 1.319,460 toneladas en 2024. San Martín es un departamento importante en la producción de maíz, con un aumento significativo en su producción, especialmente en comparación con el año anterior (MIDAGRI, 2025). En el año anterior, la superficie cosechada de maíz

amarillo duro alcanzó las 271,156 hectáreas, y se obtuvo un rendimiento productivo promedio de 4,866 toneladas por ha. El territorio nacional hay 174,142 productores de maíz amarillo duro, de los cuales 61,981 viven en la costa norte, lo que representa el 35,59% del total (MIDAGRI, 2025).

2.2 Produccion en la región maícola de San Martín

En la región de San Martín, el maíz amarillo duro es el tercer cultivo en orden de importancia económica después del arroz, generando alrededor de 3.400.000 jornales. En 2024, la superficie plantada fue de 44.000 ha, con una producción de 92.400 t con un rendimiento medio de 2,1 t/ha. El 90% de la siembra de maíz es de temporal, en terrenos ubicados en zonas planas y pendientes intermedias, con un manejo precario del cultivo por el escaso uso de semillas certificadas, el menor uso de fertilizantes y la falta de control de plagas y enfermedades, hecho que provoca una baja productividad del maíz. En la actualidad se cuenta con tecnologías mejoradas y semillas de variedades altamente productivas e híbridos adaptados a las condiciones del bosque, que permiten satisfacer la demanda del mercado de maíz y contribuir al desarrollo del mercado constituido por las industrias avícola, porcina y ganadera, además de reducir el volumen de importaciones de maíz.

2.3 Características generales del cultivo del maíz

2.3.1 Clima

El clima ideal para el cultivo de maíz amarillo duro en Perú, especialmente en la costa y la selva donde predomina, se caracteriza por temperaturas cálidas y suficientes cantidades de agua. El maíz requiere entre 60 y 100 días sin heladas durante su periodo vegetativo. Las temperaturas diurnas óptimas oscilan entre 25 y 32 °C, y las nocturnas entre 16 y 23 °C. Es importante que la temperatura del suelo alcance los 10°C para la siembra, y que aumente gradualmente. La floración se desarrolla normalmente con temperaturas mínimas de 18 °C. Un exceso de calor, especialmente por encima de los 30 °C, puede afectar la actividad celular y la absorción de agua por las raíces. Además, las noches cálidas pueden ser perjudiciales, ya que la respiración de la planta consume reservas de energía a costa de la fotosíntesis (Teixeira et al., 2020).

2.3.2 Radiación solar

La radiación solar es un factor crucial para el cultivo de maíz en Perú, influyendo en su crecimiento y rendimiento. Unos 6-8 horas de luz solar al día son generalmente necesarias, pero la alta radiación puede ser perjudicial, especialmente en áreas costeras con suelos arenosos. La radiación UVB afecta directamente los cultivos, liberando energía que impacta el suelo y las plantas, causando problemas como la hipoxia radicular en suelos arenosos debido a la acumulación de calor (Teixeira et al., 2020).

2.3.3 Humedad del suelo

Según Andrade et al. 2024, la humedad del suelo es un factor crucial para el cultivo del maíz, ya que influye directamente en su desarrollo y productividad. Es fundamental mantener la humedad en un rango óptimo para asegurar el buen crecimiento de las plantas, la absorción de nutrientes y prevenir problemas como el estrés hídrico.

Etapas tempranas: En climas cálidos y secos, el consumo de agua en las etapas tempranas del maíz puede ser bajo (2.5 mm/día), pero en períodos de alta temperatura y baja humedad, puede alcanzar los 10 mm/día.

Etapas de crecimiento: El consumo de agua aumenta durante la espiga y la maduración, alcanzando de 5 a 7.5 mm/día, o incluso 10 mm/día en condiciones extremas.

Impacto del déficit hídrico: La falta de agua en cualquier etapa puede perjudicar el desarrollo de la planta, reduciendo la elongación celular, la tasa fotosintética y la producción de grano.

Etapas de floración: La sequía puede afectar la floración, causando desecación estigmatizante, aborto del saco embrionario y reducción del rendimiento.

Llenado de grano: El déficit hídrico en esta etapa puede comprometer el metabolismo de la planta, cerrar las estomas y reducir la producción de fotoasimilación, lo que afecta el desarrollo del grano.

2.4 Variedad INIA 624 KILLU SUK

La variedad de maíz INIA 624, también conocida como KILLU SUK, es una nueva variedad de maíz amarillo duro desarrollada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Perú. Destaca por su alta productividad, con un potencial de hasta 8 toneladas por hectárea, y por su tolerancia a enfermedades foliares. INIA 624 es especialmente adecuada para suelos de selva alta y baja y está dirigida a las industrias avícola y porcina (Díaz-Chuquizuta et al., 2022).

Características principales:

Maíz amarillo duro: Esta variedad de maíz amarillo duro es ideal para la producción de alimento para animales.

Alta productividad:

Puede producir hasta 8 toneladas por hectárea, un rendimiento superior al de otras variedades.

Tolerancia a enfermedades: Es resistente a enfermedades foliares, lo que reduce la necesidad de aplicar pesticidas.

Adaptación:

Se adapta a suelos de selva alta y baja, lo que lo hace adecuado para diversas regiones del Perú.

Uso industrial: Se destina a las industrias avícola y porcina, contribuyendo a la producción de carne.

Impacto económico: Se espera que beneficie a aproximadamente 150,000 agricultores en las regiones de San Martín, Amazonas, Loreto, Madre de Dios, Huánuco y Ucayali, según el sitio web del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú.

2.5 Características de las especies *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis*

La leguminosa *Crotalaria juncea*, subfamilia: Papilionoideae, nombre común: cáñamo sunn, serpiente de cascabel, cáñamo indio. Es originaria de la India y Asia tropical. Es una leguminosa anual de rápido crecimiento inicial, clima tropical y subtropical, con crecimiento determinado y tamaño alto, erecto, semiarbusivo. Tiene buen comportamiento en suelos arenosos y arcillosos (Ferraco et al., 2019). En las regiones tropicales, se recomienda recuperar la fertilidad de los suelos desgastados,

debido a su rápido desarrollo y producción de masa verde, enriqueciendo el suelo con humus y nitrógeno (Martínez-Mera et al., 2020).

Existen datos objetivos que demuestran que la especie *Crotalaria juncea* es ampliamente utilizada como abono verde en muchas regiones del mundo. En Brasil, se utiliza en asociación y como cobertura en el cultivo del mijo. En Indonesia como precedente del cultivo de maíz. En China, en los arrozales, y en la India, para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo e incrementar la productividad en el cultivo de trigo (Miranda et al., 2020).

El abono verde con canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) es una práctica que se ha adoptado en cultivos orgánicos con el objetivo de aumentar la fertilidad del suelo, principalmente a través de la fijación biológica de nitrógeno (Silva et al., 2019).

Es una planta originaria de las Américas, que se encuentra en estado silvestre en las Antillas y en zonas tropicales de África y Asia. Es muy rústica anual o bienal, con crecimiento determinado cuando se desarrolla en condiciones de luminosidad abundante e indeterminada bajo sombra (Da Costa., 2021). La *Canavalia ensiformis* se utiliza de varias formas: como fertilizante verde, como cultivo de protección y como fuente de proteínas en la alimentación humana y animal.

2.6 Uso de la urea en el mundo

La urea es una fuente importante de nitrógeno (N), que domina los mercados mundiales de fertilizantes nitrogenados y es ampliamente utilizada por agricultores de Brasil y del mundo. Su principal ventaja es el menor costo por unidad de N en comparación con otros fertilizantes. Esta publicación analiza las posibilidades de sustituir la urea por otras fuentes de N en la agricultura, en un contexto donde el suministro de urea podría verse reducido debido a los cambios tecnológicos provocados por la llegada del NH₃ verde (Cantarella, 2020).

El consumo mundial de fertilizantes nitrogenados alcanzó los 107,7 millones de toneladas en 2019. Brasil representó aproximadamente el 4% del consumo, o 4,7 millones de toneladas (IFA - International Fertilizer Industry Association, 2019). Los principales fertilizantes nitrogenados utilizados en Brasil, según datos de 2020 de ANDA (Asociación Nacional de Fertilizantes), son la urea (UR), el sulfato de amonio (SA), el nitrato de amonio (NA) y el nitrato de amonio y calcio (NAC). El UR

representa el 54% del total, seguido del SA (10%), el NA (9%) y el NA (3%). Los fertilizantes a base de nitrato de amonio (NA y NA) representan el 12% del mercado.

En 2018 se produjeron 116,0 millones de toneladas, con un crecimiento de 1,3% (Cantarella et al., 2018). Del aumento total de la demanda de 7 millones de toneladas de nitrógeno entre 2012 y 2018, el 50% provendría de Asia, el 16% de los Estados Unidos de América, el 13% de Europa, el 7% de África y el 1% de Oceanía. En las Américas, se espera que la mayor parte del aumento provenga de América Latina (13%), principalmente de Brasil, Argentina, Colombia y México (Félix, 2013). En este sentido, Cantarella et al. (2018) indican que, del total de fertilizantes nitrogenados producidos en 2019, el 55% será urea.

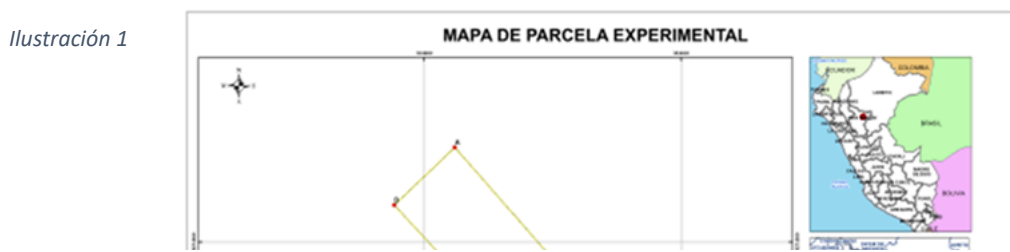
El nitrógeno (N) es el elemento químico que influye directamente en la producción agrícola cuantitativa y cualitativamente. Aumenta el área foliar, la expansión de las hojas, el grosor de las hojas y la tasa de fotosíntesis. El suministro de N mejora el proceso fotosintético y, en consecuencia, aumenta la duración del área foliar, la tasa neta de asimilación, la producción de biomasa y el rendimiento (Khanzada et al., 2016). Las deficiencias de este elemento reducen la producción de materia seca, ya que disminuye la radiación interceptada por el dosel vegetal y la eficiencia de convertir esta energía en biomasa. (Morales-Morales et al., 2018).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la investigación

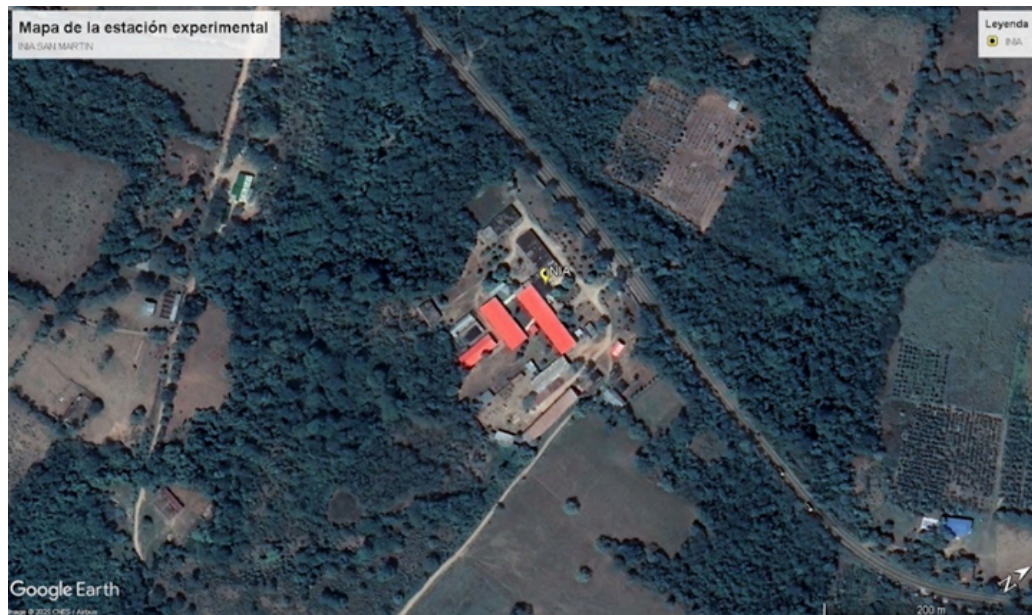
La presente investigación se realizó en un área de 2,370 m² (30 x 79 m) en los campos experimentales del programa nacional de maíz de la Estación Experimental El Porvenir, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA – ubicado en la carretera marginal Sur Fernando Belaunde Terry KM 13.5 Tarapoto, San Martín, San Martín, Perú; cuyas coordenadas del sitio del experimento fueron 18M 0354011; UTM 9271336, a una altitud de 232 metros sobre el nivel del mar (Figura 1 y Figura 2)

Figura 1. Mapa de parcela experimental



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 2. Ubicación de la parcela experimental

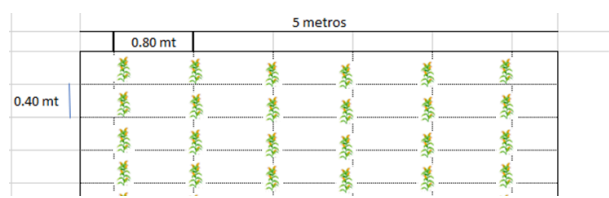


Fuente: Elaboracion del autor

3.2 Población y muestra

La población estuvo compuesta por 66 plantas híbridas de maíz (*Zea mays* L.) de la variedad por unidad experimental con una distancia de 0.80 metros entre hileras y 0.40 entre plantas, haciendo un total de 3,960 plantas en todo el experimento (Figura 3).

Figura 3. Poblacion y muestra de las plantas de la investigación en campo



Fuente: Elaboracion del autor

3.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en esta investigación fue el diseño de bloques al azar (DBCA), con un arreglo factorial de (3 x 5), coberturas del factor A con tres niveles; Canavalia, Crotalaria, Sin abono verde. Dosis de Nitrógeno Factor B con cinco niveles; 00%, 25%, 50%, 75%, 100% Tratamientos, con 4 bloques o repeticiones, con un total de 60 unidades experimentale (Tabla 1).

Tabla 1 - Diseño experimental

DISEÑO EXPERIMENTAL									
2 m	BIV 5 m		BIII 5 m		BII 5 m		BI 5 m		Tratamientos
5 m	T5		T3		T9		T1		T1 Canavalia + 00%N
5 m	T8		T14		T13		T5		T2 Canavalia + 25%N
5 m	T15		T7		T7		T10		T3 Canavalia + 50%N
5 m	T9		T9		T3		T15		T4 Canavalia + 75%N
5 m	T11		T1		T15		T8		T5 Canavalia + 100%N
5 m	T6		T6		T1		T2		T6 Crotalaria + 00% N
5 m	T3		T12		T5		T11		T7 Crotalaria + 25% N
5 m	T12	2 m	T15	2 m	T8	2 m	T14	2 m	T8 Crotalaria + 50% N
5 m	T10		T4		T11		T13		T9 Crotalaria + 75% N
5 m	T14		T11		T4		T6		T10 Crotalaria + 100% N
5 m	T1		T10		T14		T9		T11 Sin abono verde + 00% N
5 m	T13		T8		T2		T3		T12 Sin abono verde + 25% N
5 m	T4		T2		T6		T12		T13 Sin abono verde + 50% N

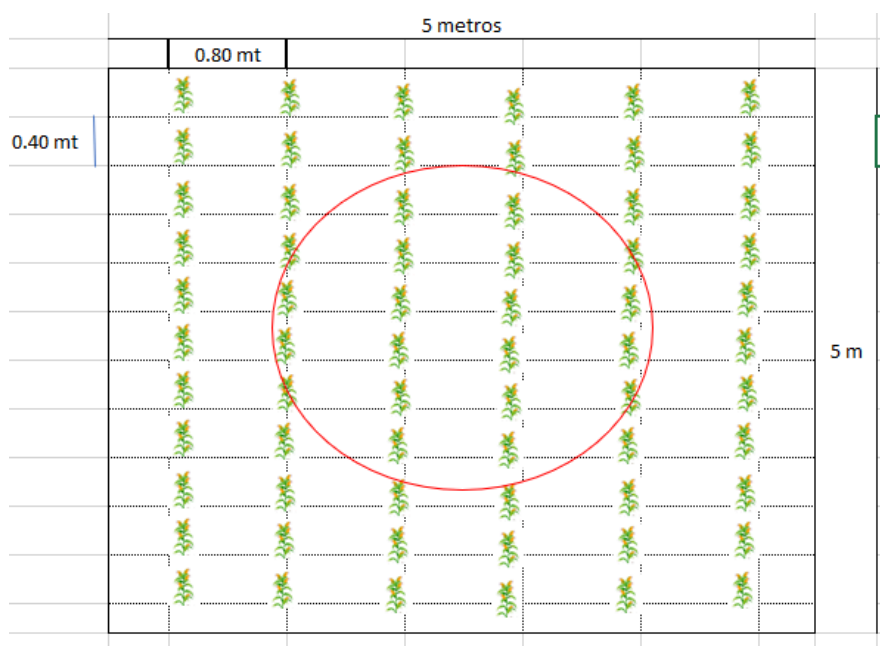
5 m	T2	T5	T12	T4	T1 4	Sin abono verde +75% N
5 m	T7	T13	T10	T7	T1 5	Sin abono verde + 100% N
2 m						
30 metros						

Fuente: Elaboracion del autor

3.4 Plantas evaluadas

Las muestras evaluadas fueron 15 plantas por unidad experimental, escogidas al azar, preferiblemente del centro de la unidad experimental, evitando extraer muestras del perímetro para evitar el efecto borde; Un total de 900 plantas fueron evaluadas a lo largo del experimento (Figura 4).

Figura 4. Muestras evaluadas en campo



Fuente: Elaboracion del autor

3.5 Las variables evaluadas

Las variables evaluadas como longitud de mazorca, peso de tusa, peso de 100 granos de semillas y número de granos por mazorca se realizaron en los laboratorios del programa nacional de maíz de la estación experimental El Porvenir – Juan Guerra, siempre con el apoyo y asesoría de los especialistas del programa de maíz de esta estación experimental El Porvenir – Juan Guerra, San Martín, Perú.

3.6 Toma de muestras de suelo para análisis

Para este experimento se planificó realizar dos análisis de caracterización de suelos; el primero antes de la siembra de abonos verdes y el segundo después de cosechar el maíz del experimento.

Las muestras de suelo se recolectaron siguiendo protocolos de muestreo a una profundidad de 20 cm, luego el suelo se secó a la sombra, se recolectó 1 kilogramo de muestra de suelo en una bolsa de polietileno, se etiquetó con las características específicas y se envió al laboratorio de suelos (Figura 5 y Figura 6).

El análisis inicial y final de suelos se realizó en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental El Porvenir - INIA y en laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, respectivamente.

Figura 5. Toma de muestra de suelo



Figura 6. Muestra de suelo



Fuente: Elaboracion del autor

Fuente: Elaboracion del autor

3.7 Preparando el terreno

Luego de identificar con el equipo técnico del INIA el área donde se instalaría la parcela experimental, se procedió a la limpieza del terreno, en un área aproximada

de 3000 metros cuadrados. Continuó el deshierbe y corte de los tallos de maíz que quedaron de la siembra anterior. El diseño del experimento continuó con la medición del área total, la medición de los bloques y las unidades experimentales por bloque, luego se templaron cuerdas apoyadas con tiradores y con la ayuda de un cabrestante se colocaron las estacas en sus respectivas mediciones, se estacaron las estacas y se colocaron en cada unidad experimental de acuerdo al diseño establecido y finalmente se colocó el signo general del experimento frente al campo experimental (Figura 7, Figura 8, Figura 9 y Figura 10).

Figura 7. Preparación de terreno



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 8. Preparacion de terreno



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 9. Medición de experimento



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 10. Estaqueado



Fuente: Elaboracion del autor

3.8 Semeando adubos verdes

La canavalia se sembró a distancias de 40 cm entre hileras y de 40 cm entre plantas; Obteniendo 121 plantas de Canavalia por unidad experimental de 25 metros cuadrados, sumando un total de 2420 plantas de Canavalia plantadas en los 4 bloques del experimento en un área de 500 metros cuadrados en 20 unidades experimentales (Figura 11 y Figura 12).

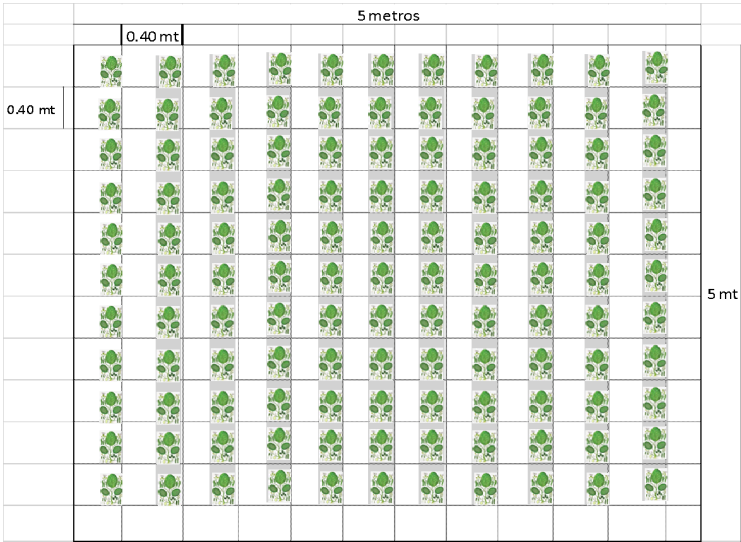
La crotalaria se sembró a distancias de 25 centímetros entre las plantas y de 40 centímetros entre las calles, obteniendo 209 plantas de Crotalaria por unidad experimental de 25 metros cuadrados, sumando un total de 4180 plantas de Crotalaria plantadas en los 4 bloques del experimento en un área de 500 metros cuadrados en 20 unidades experimentales. En ambos casos se colocaron 2 semillas por hoyo (Figura 13).

Figura 11. Semillas de las leguminosas



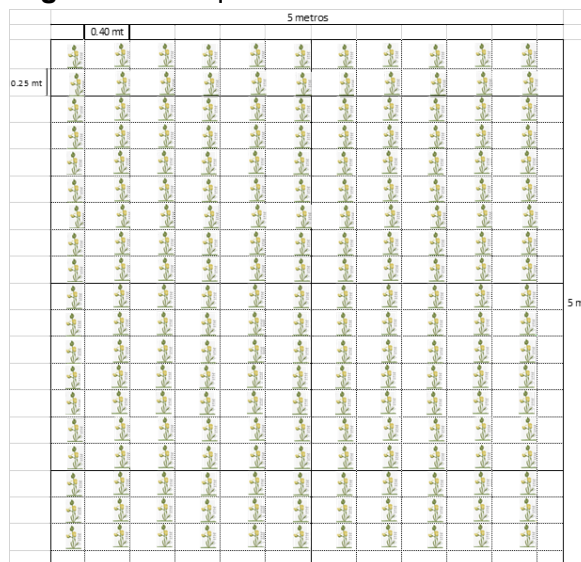
Fuente: Elaboracion del autor

Figura 12. Croqui de la siembra de Canavalia



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 13. Croqui de la siembra de Crotalaria



Fuente: Elaboracion del autor

3.9 Incorporación de abonos verdes al suelo

El corte de abonos verdes para su incorporación al suelo se realizó a los 25 días después de la siembra para Crotalaria, en el caso de Canavalia el corte se realizó a los 35 días después de la siembra, para ambos casos el corte e incorporación al suelo se realizó cuando estaban en plena floración; Antes de la incorporación al suelo, se evaluó la altura de la planta y el peso de la materia fresca para ambos abonos verdes.

La Canavalia y Crotalaria se completaron en el suelo, después de un mes, luego de la evaluación de su descomposición total y del proceso de mineralización del suelo. Esta incorporación final al suelo se llevó a cabo en el momento del control de malezas, que se realizó manualmente con la ayuda de la lámpara.

3.10 Siembra de maíz

Una vez incorporados los abonos verdes en las respectivas unidades experimentales; con la ayuda de cuerdas previamente marcadas con la distancia adecuada, se realizó la siembra del maíz KILLU SUK, provista por el Programa

Nacional de Maíz del INIA, aplicando tres semillas en cada golpe. La distancia entre hileras fue de 0,8 metros y entre plantas de 0,4 metros, obteniéndose un total de 66 golpes por unidad experimental, es decir, 3960 golpes en el total del experimento. Antes de la siembra, se llevó a cabo el riego para asegurar el crecimiento de las plántulas (Figura 14).

Figura 14. Siembra de maíz INIA 624 Killu Suk



Fuente: Elaboracion del autor

3.11 Desahije

A capina foi realizada no estágio vegetativo (V4), eliminando aquelas plantas com características indesejadas e duas plantas, as mais vigorosas, foram deixadas

em cada golpe. Este trabalho foi realizado quando as plantas tinham 4 folhas (V4), ou seja, quando as plantas atingiam uma altura de 20 e 25 centímetros.

3.12 Fertilización

Se utilizaron fertilizantes y dosis de acuerdo a los contenidos de cada tratamiento (Canavalia + 00% N; Canavalia + 25% N; Canavalia + 50% N; Canavalia + 75% N; Canavalia + 100% N; Crotalaria +00% N, Crotalaria +25% N; Crotalaria +50% N; Crotalaria +75% N; Crotalaria +100% N; sin abono verde + 00%N, sin abono verde + 25%N, sin abono verde + 50%N, sin abono verde + 75%N, sin abono verde + 100%N,) Las fuentes de P, K, Ca, Mg, B,, Zn y Mn que utilizaron dosis iguales. La primera aplicación de fertilizante se realizará 15 días después de la emergencia (V3). La segunda fertilización se realizará 35 días después de la siembra (V5) (Figura 15, Figura 16 y Tabla 2).

Figura 15. Primer abonamiento maíz



Fuente: Elaboracion del autor

Figura 16. Segundo abonamiento maíz



Fuente: Elaboracion del autor

Tabla 2 - Cantidades de fertilizante utilizado en el experimento.

Nutrientes (kg/Ha)	Dosis Media (kg/Ha)
Nitrogeno (N)	177
Fosforo (P_2O_5)	40
Potasio (K_2O)	40

Fuente: Hidalgo, 2003.

3.13 Deshierbe y control de malezas

En el caso de este experimento, el control de malezas se realizó principalmente en tres periodos durante el periodo vegetativo del cultivo de maíz, el primero antes de la siembra de maíz, periodo vegetativo del maíz (V0), el segundo antes de la primera fertilización, periodo vegetativo (V3) y el tercero antes de la segunda fertilización, periodo vegetativo (V5), al mismo tiempo que se realizó el control de malezas para realizar el apilamiento de plantas que Consistía en remover la tierra con la ayuda de la lámpara, y luego colocarla en la base del tallo de la planta, de manera que cubriera la base y sirviera de soporte a la planta durante todo el desarrollo vegetativo (Figura 17).

Figura 17. Aporque y control de malezas



Fuente: Elaboracion del autor

3.14 Control de plagas

Para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); en cuatro ocasiones, debido a un ataque severo de esta plaga, se utilizó clorpirifós a una dosis de 30 mililitros por paquete de agua de 20 litros. El control de esta plaga se realizó en las primeras etapas de crecimiento (V3, V4 y V5), en la fase vegetativa de la planta (Figura 18).

Figura 18. Control de plagas



Fuente: Elaboracion del autor

3.15 Cosecha

La recolección se realizó manualmente cuando las mazorcas alcanzaron la madurez (R6 – grano maduro). Se utilizaron bolsas y peladores (hechos de clavos). Las bolsas fueron previamente etiquetadas de acuerdo a la unidad experimental, la cual se realizó de manera ordenada tratamiento por tratamiento y por bloques (Figura 19).

Figura 19. Cosecha de maiz



Fuente: Elaboracion del autor

3.16 Caraterizacion de las variables evaluadas

3.16.1 Altura de la planta

La altura de la planta se evaluó mediante mediciones con flexómetro o cabrestante desde el cuello de la planta hasta la yema terminal (nudo de la última hoja), en la fase reproductiva de la planta (R4) a quince plantas en las hileras de cada unidad experimental. El resultado de esta variable se expresa en centímetros (Figura 20).

Figura 20. Evaluacion de la altura de la planta



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.2 Diámetro del Tallo

Para evaluar esta variable, se midió el diámetro del tallo en la etapa reproductiva de la planta (R3), utilizando un dispositivo denominado nonio para quince plantas escogidas de los surcos centrales. El diámetro se midió en la parte media del segundo entrenudo desde el suelo. El resultado de esta evaluación se expresará en centímetros (Figura 21).

Figura 21. Diámetro del tallo



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.3 Número de hojas

La evaluación de esta variable se realizó en la etapa reproductiva de la planta (R3), contando todas las hojas desarrolladas durante el ciclo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz. El resultado de la evaluación de esta variable se expresa en unidades (Figura 22).

Figura 22. Número de hojas



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.4 Altura de la espiga

La altura de la espiga se realizó cuando la planta estaba en la etapa final de floración. Etapa reproductiva de la planta (R1) La medición se realizó con la ayuda

de un cabrestante, se registró el resultado de estas evaluaciones expresado en centímetros (Figura 23).

Figura 23. Altura de la espiga



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.5 Área foliar

La evaluación del área foliar se realizó cuando las plantas se encontraban en el día 100 de floración, etapa reproductiva de la planta (R4), esta evaluación se realizó con el apoyo de una regla metálica fija midiendo la longitud de las hojas y a su vez se midió el ancho de la hoja cada 10 centímetros, con los datos recolectados, Se calculó el área foliar, los resultados de la evaluación de esta variable se expresarán en centímetros cuadrados (Figura 24).

Figura 24. Evaluación del Área foliar



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.6 Peso de la raíz

Se evaluó el peso de la raíz después de la floración, en la etapa reproductiva de la planta (R5). Se extrajeron las raíces adventicias y de soporte de una planta por unidad experimental, y comenzó a pesar las raíces de soporte adventicias y frescas en una balanza electrónica, comenzando a registrarlas en gramos (Figura 25).

Figura 25. Peso de la raíz



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.7 Tamaño de mazorcas

Se colectaron quince mazorcas de maíz de cada unidad experimental, en la etapa reproductiva de la planta (R6), estas fueron colectadas en el centro del área experimental y llevadas al laboratorio del programa nacional de maíz, ubicado en la Estación Experimental El Porvenir – INIA – Juan Guerra; Las orejas se secaron en un lugar sombreado y luego se midió la longitud con un cabrestante, que se registró en centímetros (Figura 26).

Figura 26. Tamaño de mazorcas

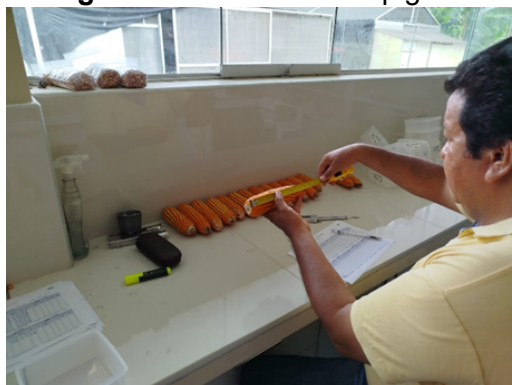


Fuente: Elaboracion del autor

3.16.8 Número de espigas

La evaluación se realizó cuando la planta se encontraba en la etapa productiva (R5), la evaluación se realizó en quince plantas, las cuales fueron muestreadas desde el centro del área experimental de cada parcela; se contaron las orejas bien formadas; Los resultados de las evaluaciones se expresaron en unidades de mazorca por planta (Figura 27).

Figura 27. Número de espigas



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.9 Número de granos por mazorca

Fueron colectadas quince mazorcas de maíz de cada unidad experimental y llevadas para analisis en laboratorio para determinar en el número de granos por mazorca, primero se contó el número de granos por hilera de semillas; En segundo lugar, procedimos a contar el número de filas que contenía la mazorca, luego multiplicamos el número de granos por fila por el número de líneas que tenía la mazorca, determinando la cantidad exacta de grano que contenía cada mazorca; El resultado final de esta variable expresado es en unidades de granos por mazorca (Figura 28).

Figura 28. Número de granos por mazorca



Fuente: Elaboracion del autor

Las mazorcas previamente cosechadas fueron peladas y colocadas en pequeños recipientes de plástico previamente identificados; Del número total de semillas descascarilladas, se contaron manualmente 100 semillas seleccionadas al azar. Una vez obtenidas las 100 semillas, se pesaron los 100 granos en una balanza electrónica, este proceso se llevó a cabo sobre las quince muestras seleccionadas. El resultado de esta variable se expresó en gramos (Figura 29).

Figura 29. Peso de 100 granos



Fuente: Elaboracion del autor

3.16.20 Peso de Tusa

Las mazorcas previamente cosechadas se pelaron y las cáscaras restantes se pesaron en la báscula electrónica. El resultado de esta variable se expresa en gramos (Figura 30).

Figura 30. Peso de tusa



Fuente: Elaboracion del autor

3.17 Análisis estadísticos

Los datos se sometieron a la prueba de homocedasticidad de varianzas a la prueba de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk). Los datos de las variables que no cumplieron con los supuestos para el ANOVA fueron transformados por Box-Cox.

Considerando la hipótesis nula (H_0) para cada variable, de que no existirían diferencias estadísticas entre los tratamientos, se utilizó un ANOVA, asumiendo 5% como nivel de error ($\alpha = 0,05$). Rechazando H_0 , considerando también el 5% como nivel de error ($\alpha = 0,05$), se aplicó la prueba de Scott-Knott. Para realizar los análisis correspondientes se utilizó el programa estadístico R-studio.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación muestran los parámetros que se evaluaron para determinar el incremento en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) utilizando abono verde y diferentes dosis de nitrógeno en la región de San Martín.

4.1 Altura de la planta

El análisis de los resultados en relación a la altura de planta según el análisis de varianza ANOVA indica que ninguno de estos factores o su interacción tiene un efecto estadísticamente significativo en relación a los tratamientos evaluados Canavalia, Crotalaria y sin abono verde; sin embargo, se destaca el tratamiento que obtuvo la mayor altura de la planta, el tratamiento T8 que corresponde a Crotalaria + 50% Nitrógeno con un valor de 189.06 centímetros de altura en relación al tratamiento T11 que corresponde al factor Sin abono verde + 00% Nitrógeno que obtuvo la menor altura con 167.35 centímetros (Tabla 3, Figura 31).

De acuerdo a Rodríguez et al. 2024, la especie respondió mejor a la fertilización nitrogenada para la producción de semillas. En consecuencia, afectó la altura de las plantas, además afectó la producción de materia seca y el rendimiento de semillas. La Crotalaria como abono verde, puede aumentar la altura de los cultivos posteriores al aportar nitrógeno al suelo. El nitrógeno, a su vez, es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, y el exceso de nitrógeno puede provocar un crecimiento excesivo, pero también debilita las plantas, haciéndolas más

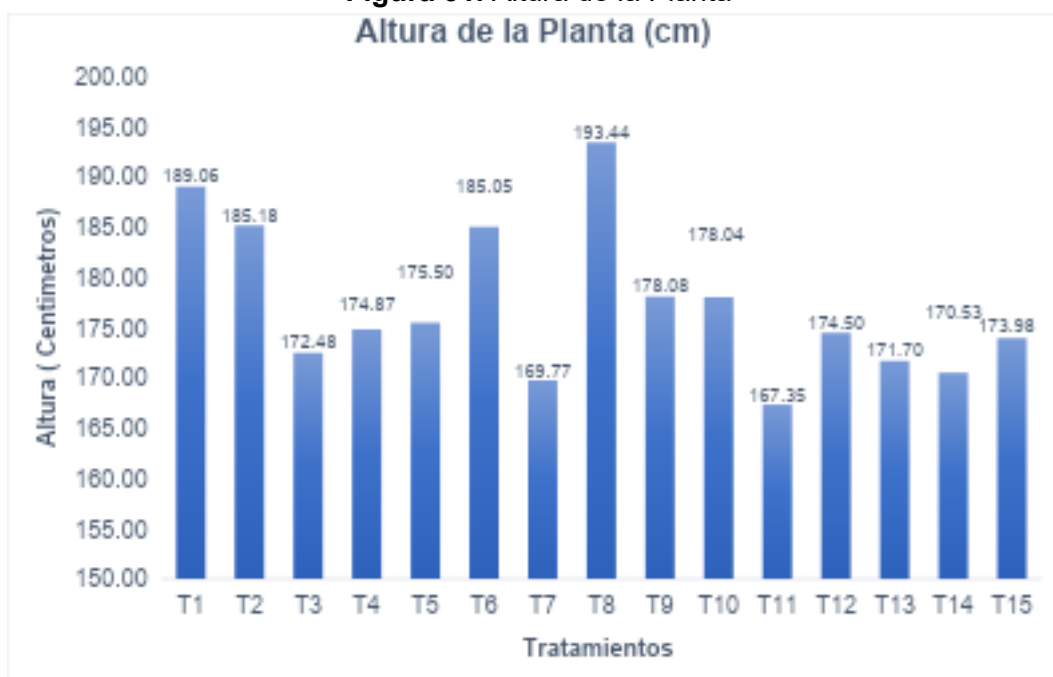
susceptibles a enfermedades y plagas. El uso de la Crotalaria también influye en el aumento del área foliar de las hojas en el cultivo de maíz.

Tabla 3 - Analisis de varianza de la altura de planta

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	0.0000	0.0000	3.0753	0.0567	Ns
Nitrógeno	4	0.0000	0.0000	0.2445	0.9114	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	0.0000	0.0000	0.6718	0.5742	Ns
Bloco	8	0.0000	0.0000	1.3737	0.2360	Ns
Resíduo	42	0.0000	0.0000	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 31. Altura de la Planta



Fuente: Elaboracion del autor

4.2 Diámetro del tallo

Existen diferencias significativas en relación a los tratamientos evaluados canavalia, crotalaria y sin abono verde; destacando el tratamiento T10 que

corresponde al factor Crotalaria + 100% Nitrógeno con 2.17 centímetros de diámetro en relación al tratamiento T7 que corresponde al factor Crotalaria + 25% Nitrógeno que obtuvo el diámetro más pequeño con 1.78 centímetros (Tabla 4, Figura 32).

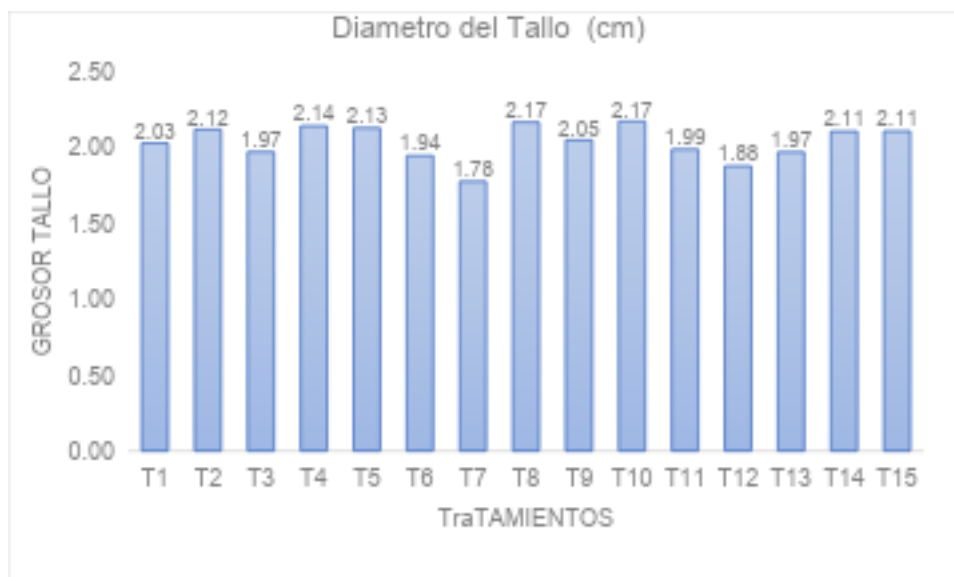
Según los resultados presentados, la Crotalaria puede influir positivamente en el diámetro del tallo del maíz, principalmente al mejorar la salud del suelo y la fijación de nitrógeno, lo que resulta en un crecimiento más vigoroso del cultivo. El cultivo intercalado con maíz puede beneficiar el diámetro del tallo debido al aumento de materia orgánica y la reducción del recuento de nematodos, además de la fijación de nitrógeno de la Crotalaria (Corrêa et al., 2020).

Tabla 4 - Diametro del tallo

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	
Abonos verdes	2	0.1096	0.0548	3.0142	0.0598	Ns
Nitrógeno	4	0.3928	0.0982	5.4005	0.0013	Ns
Fertilizante de × nitrógeno	3	0.5333	0.1778	9.7775	<0,001	***
Bloco	8	0.4145	0.0518	2.8494	0.0127	*
Resíduo	42	0.7636	0.0182	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 32. Diametro del tallo



Fuente: Elaboracion del autor

4.3 Número de hojas por planta

Existen diferencias significativas en relación a los tratamientos evaluados canavalia, crotalaria y sin abono verde; destacando el tratamiento T2, que corresponde al factor Canavalia + 25% de Nitrógeno, con un valor de 16.25 hojas por planta, en relación al tratamiento T7, que corresponde al factor Crotalaria + 25% de Nitrógeno, el cual obtuvo el menor número de hojas, con 13.4 hojas por planta (Tabla 5 y Figura 33).

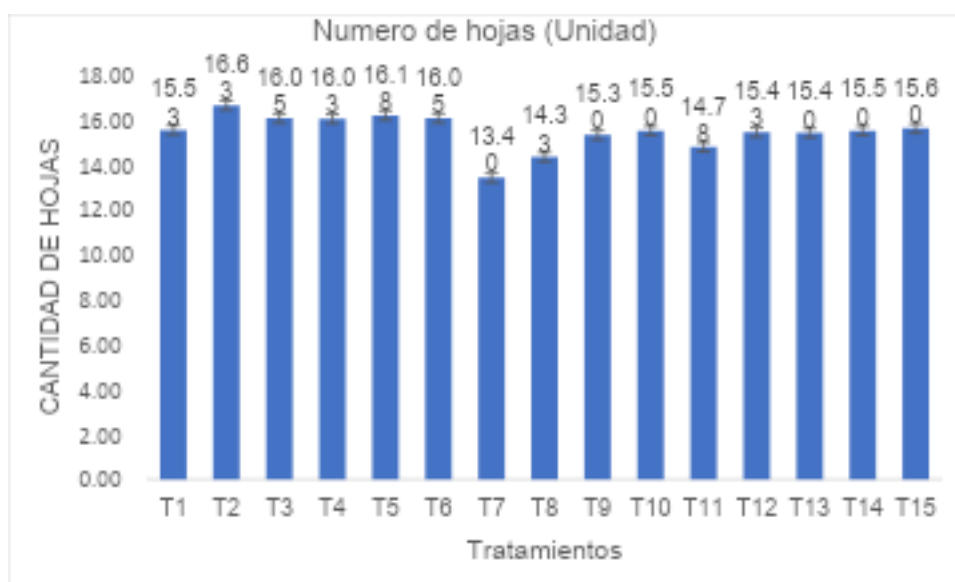
La *canavalia ensiformis*, también conocida como frijol canavalia, puede influir en el número de hojas en los cultivos de maíz mediante sus efectos en la competencia por los recursos y la liberación de sustancias alelopáticas. La canavalia puede competir con el maíz por la luz, el agua y los nutrientes, lo que puede afectar el desarrollo del cultivo y el número de hojas (Valladares et al., 2022).

Tabla 5 - Numero de hojas por planta

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	3370.2137	1685.1068	4.9632	0.0116	*
Nitrógeno	4	600.1913	150.0478	0.4419	0.7776	Ns
Fertilizante de × nitrógeno	3	56042.4821	18680.8274	55.0209	<0,001	***
Bloco	8	4738.4215	592.3027	1.7445	0.1163	Ns
Resíduo	42	14259.9438	339.5225	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 33. Numero de hojas



Fuente: Elaboracion del autor

4.4 Área foliar

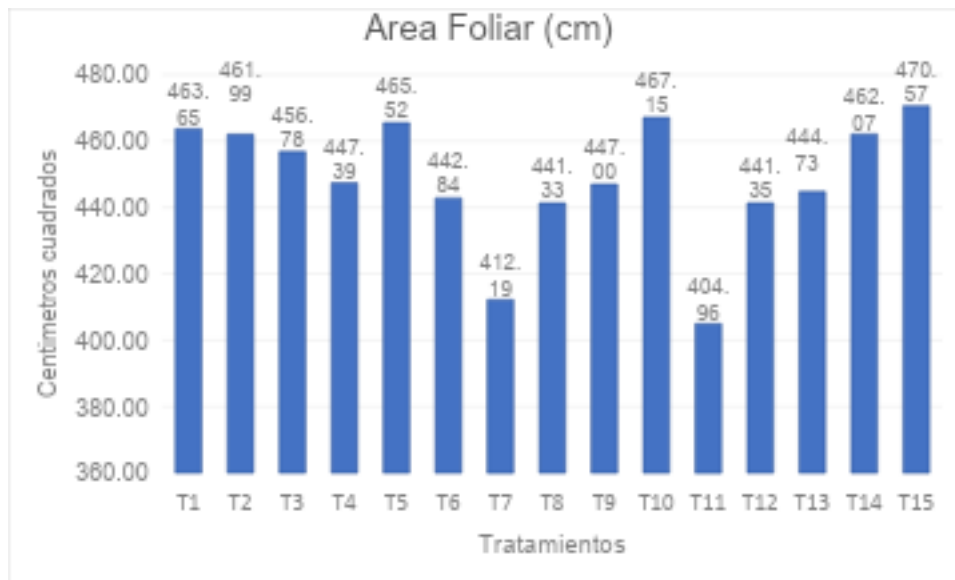
No existen diferencias significativas en relación a los tratamientos evaluados canavalia, crotalaria y sin abono verde; pero los tratamientos que obtuvieron mayor altura de planta fueron T15 que corresponde a sin abono verde + 100% nitrógeno con un valor de 470.57 centímetros cuadrados y T10 que corresponde a Crotalaria + 100% nitrógeno con un valor de 467.15 centímetros cuadrados de área foliar en relación a T11 que corresponde a sin abono verde + 00% nitrógeno que obtuvo la menor área foliar con 404.96 centímetros (Tabla 6 y Figura 34).

Tabla 6. Analisis de varianza del área foliar

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	0.0000	0.0000	1.2312	0.3023	Ns
Nitrógeno	4	0.0000	0.0000	2.5872	0.0605	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	0.0000	0.0000	2.7121	0.0570	Ns
Bloco	8	0.0000	0.0000	1.5200	0.1794	Ns
Resíduo	42	0.0000	0.0000	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 34. Area foliar



Fuente: Elaboracion del autor

4.5 Altura de espiga

En esas analisis indica que ninguno de estos factores ni su interacción tienen un efecto estadísticamente significativo sobre las variables estudiadas canavalia, crotalaria y sin abonos verdes; sin embargo, se destaca que el tratamiento que obtuvo la mayor altura de espiga fue el T8, que corresponde a Crotalaria + 50% de nitrógeno con 193.44 centímetros de altura, en comparación con el T11, que corresponde al tratamiento sin abono verde + 00% nitrógeno, que obtuvo la menor altura con 112 centímetros de altura de oreja (Tabla 6 y Figura 35).

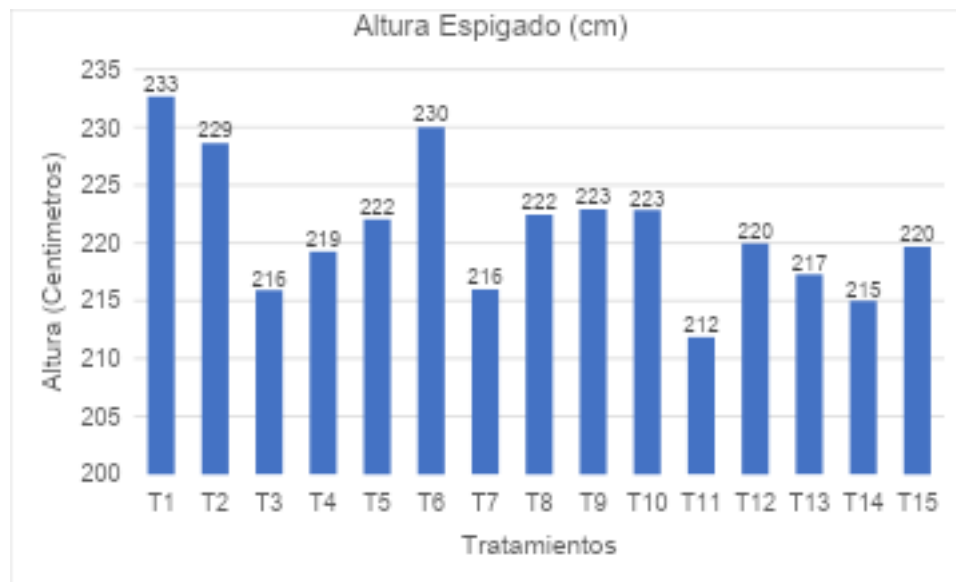
Tabla 7. Altura de espiga

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	
Abonos verdes	2	574.8720	287.4360	2.0443	0.1422	Ns
Nitrógeno	4	300.5723	75.1431	0.5344	0.7111	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	403.0675	134.3558	0.9556	0.4226	Ns
Bloco	8	1029.7771	128.7221	0.9155	0.5133	Ns
Resíduo	42	5905.3730	140.6041	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 35. Altura espigado

Fuente:



Elaboracion del autor

4.6 Peso de la raíz

Los datos indica que ninguno de estos factores ni su interacción tienen un efecto estadísticamente significativo sobre las variables estudiadas canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; sin embargo, se destaca que el tratamiento que obtuvo el mayor peso de raíz, es el T3 que corresponde a Canavalia + 50% de Nitrógeno con 303 gramos en comparación con el tratamiento T7 que corresponde al factor Crotalaria + 25% de Nitrógeno que obtuvo un menor peso de raíz con un valor de 133 gramos de peso (Tabla 8 y Figura 36).

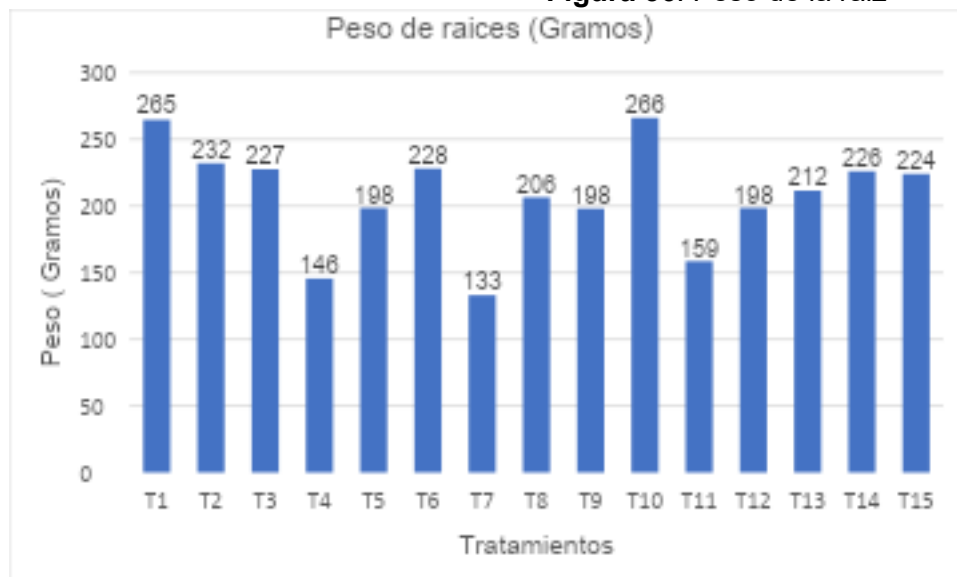
Tabla 8. Peso de raíz

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	
Abonos verdes	2	1050.6333	525.3167	0.0814	0.9220	Ns
Nitrógeno	4	15958.2667	3989.5667	0.6181	0.6521	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	33705.9167	11235.3056	1.7407	0.1733	Ns
Bloco	8	66101.0333	8262.6292	1.2801	0.2797	Ns

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P
Resíduo	42	271088.3333	6454.4841	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 36. Peso de la raiz



Fuente: Elaboracion del autor

4.7 Número de Mazorcas

En relación el numero de mazorcas los datos indica que ninguno de estos factores o su interacción tienen un efecto estadísticamente significativo sobre las variables estudiadas canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; sin embargo, cabe destacar que el tratamiento obtenido con mayor número de mazorcas es el T10, el cual corresponde a Crotalaria + 100% Nitrógeno con 1.27 mazorcas en relación al tratamiento T11, el cual corresponde al factor sin abono verde + 00% nitrógeno, el cual obtuvo el menor número de mazorcas con un valor de 1 mazorca por planta (Tabla 9 y Figura 37).

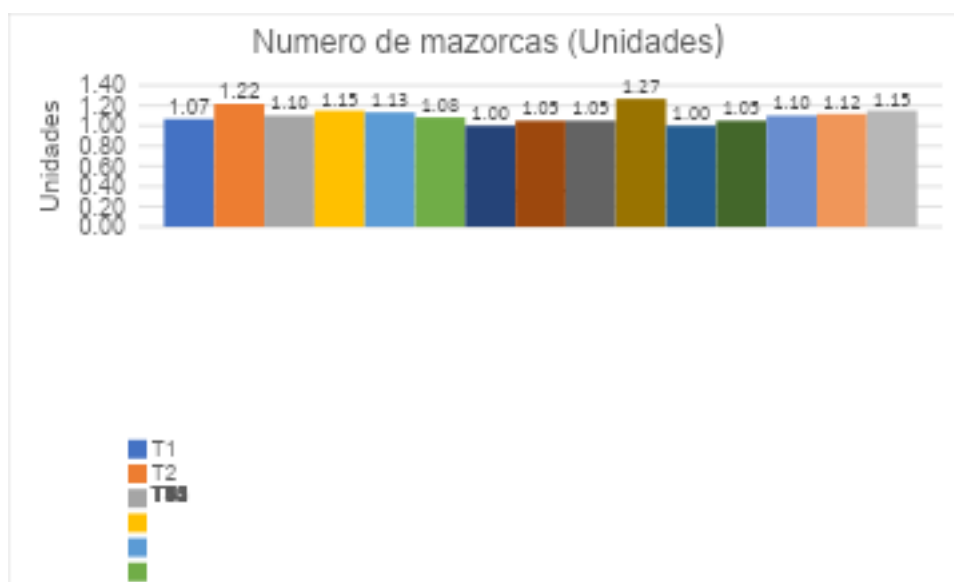
Tabla 9. Numero de mazorcas

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	0.0189	0.0094	1.6978	0.1954	Ns
Nitrógeno	4	0.0471	0.0118	2.1154	0.0958	Ns

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Fertilizante de x nitrógeno	3	0.0280	0.0093	1.6754	0.1868	Ns
Bloco	8	0.0489	0.0061	1.0986	0.3834	Ns
Resíduo	42	0.2337	0.0056	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 37. Numero de mazorca



Fuente: Elaboracion del autor

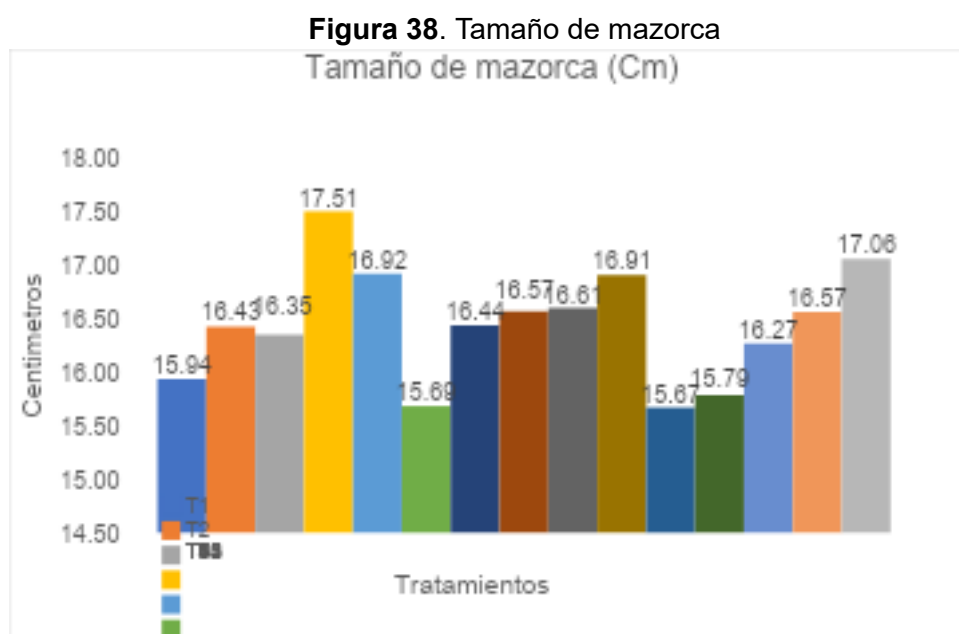
4.8 Tamaño de Mazorcas

El factor Nitrógeno tiene un impacto significativo en la variable de los factores de datos estudiados canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; Destacando el tratamiento T4 que corresponde a Canavalia + 75% Nitrógeno con 17,53 centímetros en la longitud de las orejas en comparación con el tratamiento T6 que corresponde al factor Crotalaria + 00% Nitrógeno que obtuvo un tamaño de oreja menor con un valor de 15,61 centímetros (Tabla 10 y Figura 38).

Tabla 10. Tamaño de mazorcas

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	1.2820	0.6410	0.8119	0.4509	Ns
Nitrógeno	4	11.8335	2.9584	3.7470	0.0107	*
Fertilizante de × nitrógeno	3	0.3242	0.1081	0.1369	0.9374	Ns
Bloco	8	2.5126	0.3141	0.3978	0.9155	Ns
Resíduo	42	33.1606	0.7895	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor



Fuente: Elaboracion del autor

4.9 Número de granos por mazorca

Indica que el factor Nitrógeno tiene un impacto altamente significativo en la variable de los factores estudiados canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; Destacando el T4 que corresponde a Canavalia + 75% Nitrógeno con un valor de 448.43 granos en relación al tratamiento T11 que corresponde al factor sin abono verde + 00% nitrógeno que obtuvo el menor número de granos por mazorca con un valor de 406.08 granos (Tabla 11 y Figura 39).

Tabla 11. Numero de granos de mazorca

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	2971.0805	1485.5402	1.7435	0.1873	Ns
Nitrógeno	4	17764.4640	4441.1160	5.2123	0.0017	**
Fertilizante de x nitrógeno	3	3316.3372	1105.4457	1.2974	0.02879	*
Bloco	8	9019.9498	1127.4937	1.3233	0.2588	Ns
Resíduo	42	35786.2243	852.0530	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 39. Numero de granos de mazorca

Fuente: Elaboracion del autor

4.10 Peso de 100 granos

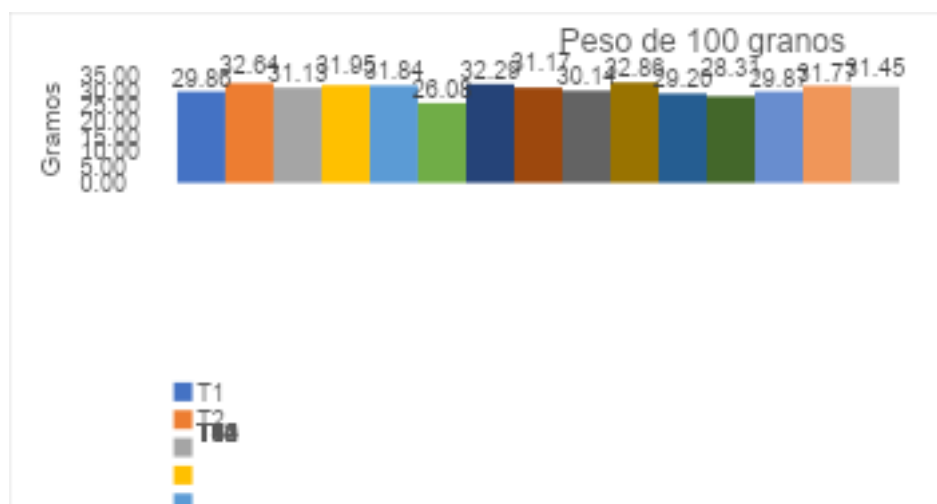
El análisis de los resultados respecto al peso de 100 granos según el análisis de varianza (ANOVA) indica que el factor Nitrógeno tiene un impacto significativo en la variable de los factores de datos estudiados canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; destacando el tratamiento T2 que corresponde a Canavalia + 25% Nitrógeno con un valor de 34.88 gramos de peso de 100 granos en relación al tratamiento T6 que corresponde al factor Crotalaria + 00% Nitrógeno que obtuvo un peso menor de 100 granos por mazorca con un valor de 26.08 gramos (Tabla 12 y Figura 40).

Tabla 12. Peso de 100 granos

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	19.8037	9.9018	1.2175	0.3062	Ns
Nitrógeno	4	92.1839	23.0460	2.8337	0.0362	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	166.4377	55.4792	6.8217	<0,001	*
Bloco	8	75.6442	9.4555	1.1627	0.3439	Ns
Resíduo	42	341.5739	8.1327	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 40. Peso de 100 granos



Fuente:

Elaboracion del autor

4.11 Peso de Tusa

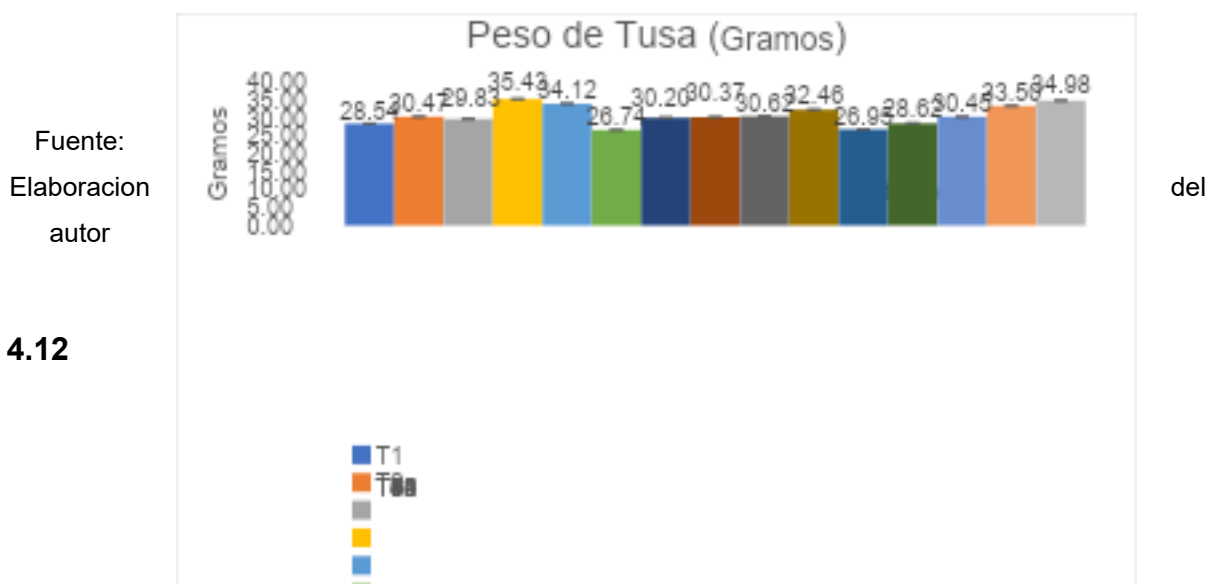
Los resultados al peso de tusa según el análisis de varianza (ANOVA) indica que el factor Nitrógeno tiene un impacto altamente significativo en la variable de los datos factores estudiados canavalia + Nitrógeno, crotalaria + Nitrógeno y sin abonos verdes + Nitrógeno; destacando el tratamiento T4 que corresponde a Canavalia + 75% de nitrógeno con un valor de 35.42 gramos de peso de tusa en relación al tratamiento T11 que corresponde al factor sin abono verde + 00% nitrógeno que obtuvo el menor peso de tusa con un valor de 26.94 gramos (Tabla 13 y Figura 41).

Tabla 13. Peso de Tusa

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	22.9935	11.4968	0.5989	0.5541	Ns
Nitrógeno	4	322.8993	80.7248	4.2050	0.5900	Ns
Fertilizante de x nitrógeno	3	283.7485	94.5828	4.9269	0.0051	**
Bloco	8	51.8150	6.4769	0.3374	0.9464	Ns
Resíduo	42	806.2913	19.1974	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 41. Peso de Tusa



4.12

Rendimiento

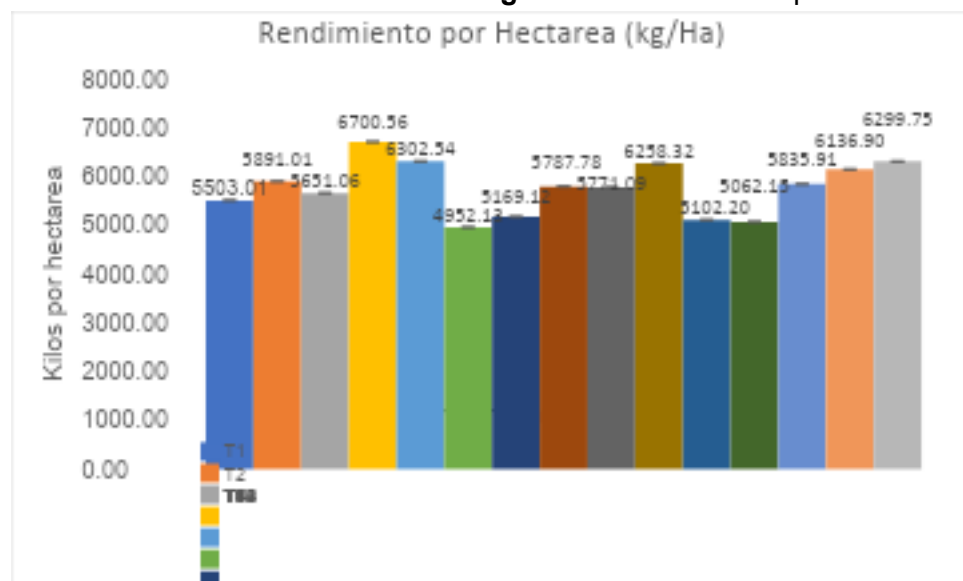
De acuerdo el resultado es significativo siendo el tratamiento T4 corresponde a Canavalia + 75% Nitrógeno con un valor de 6700.25 kilos de maíz por hectárea en relación al tratamiento T6 que corresponde al factor Crotalaria + 00% Nitrógeno que obtuvo un menor rendimiento de kilos por hectárea con un valor de 4951.5 kilos por hectárea; obteniendo una diferencia de 1.748,75 kilos por hectárea, lo que representa un incremento del 26,09% (Tabla 14 y Figura 42).

Tabla 14. Rendimiento

Fator	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P	Importancia
Abonos verdes	2	1945506.4648	972753.2324	1.6586	0.2026	Ns
Nitrógeno	4	11428286.2310	2857071.5578	4.8715	0.2600	Ns
Fertilizante de × nitrógeno	3	1918627.3532	639542.4511	1.0905	0.0363	*
Bloco	8	2161840.9426	270230.1178	0.4608	0.8765	Ns
Resíduo	42	24632704.4104	586492.9622	-	-	-

Fuente: Elaboracion del autor

Figura 42. Rendimiento por Hectarea



Fuente: Elaboracion del autor

5 CONCLUSIONES

El abono verde tiene un efecto significativo sobre los niveles de nitrógeno del 25 y 50%, en comparación con otros niveles;

La Crotalaria juncea, muestra un efecto mayor para algunas variables, esto sugiere que el uso de esta leguminosa abono verde tiene un impacto significativo en la disponibilidad de nitrógeno en comparación con la canavalia y el grupo sin abono verdes;

Según los resultados las variables altura de planta, área foliar, altura de espiga, peso de la raíz y número de mazorcas no se encontraron diferencias significativas entre las variables estudiadas, pero se destacan algunos tratamientos que marcan diferencias numéricas, especialmente los trabajados con abonos verdes, como es el caso de la altura de planta, el tratamiento T8 (Crotalaria +50% Nitrógeno), obtuvo el valor más alto con 189.06 centímetros de altura, la altura de espiga el tratamiento T8 (Crotalaria +50% Nitrógeno) obtuvo el valor más alto con 193.44 centímetros, el peso de la raíz el tratamiento T3 (Canavalia +50% Nitrógeno) obtuvo el valor más alto de 303 gramos y la variable número de mazorcas por planta, el tratamiento T10 (Crotalaria +100% Nitrógeno) obtuvo el valor más alto con 1.27 centímetros de diámetro.

Las variables diámetro de tallo, número de hojas por planta, tamaño de mazorca, número de granos por mazorca, peso de 100 granos y peso de tusa indica que poseen efecto significativo, destacando los tratamientos trabajados con abonos verdes como es el caso del diámetro del tallo, el tratamiento T10 (Crotalaria + 100% Nitrógeno) obtuvo el valor más alto con 2.17 centímetros, número de hojas por planta, el tratamiento T2 (Canavalia + 25% Nitrógeno), obtuvo el valor más alto con 16.25 hojas por planta, tamaño de mazorca: el tratamiento T4 (Canavalia+75% de nitrógeno), obtuvo el valor más alto con 17.53 centímetros, número de granos por mazorca, el tratamiento T4 (Canavalia+75% Nitrógeno) obtuvo el valor más alto con 448.43 gramos, peso de 100 granos, el tratamiento T2 (Canavalia+25% Nitrógeno) que obtuvo el valor más alto con 34.88 gramos y el peso tusa T4 (canavalia + 75% de nitrógeno) que obtuvo el valor más alto con 35.42 gramos;

En cuanto al rendimiento de granos de maíz por hectárea según el análisis de varianza ANOVA, se indica que el factor fertilizante nitrogenado tiene un impacto significativo en las variables estudiadas, con el tratamiento T4 correspondiente al factor Canavalia + 75% de nitrógeno, obteniendo el mayor valor de rendimiento con 6700.25 kilos de maíz por hectárea en relación al tratamiento T6 correspondiente al factor crotalaria + 00 % de nitrógeno que obtuvo el menor rendimiento de 4951.5 kilos por hectárea al año. obteniendo una diferencia de 1.748,75 kilos por hectárea, lo que supone un incremento del 26,09%.

REFERENCIAS

ALONSO, G. M. M.; RIVERA, R. **Mineralización nitrogenada de abonos verdes y su participación en la nutrición del maíz (*Zea mays* L.) cultivado en suelo Ferralítico Rojo de La Habana.** (Tesis de Maestría). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. 82 p. 2002.

ANDRADE, M. F.; SIQUEIRA, T. DA SILVA.; FRANÇA, J. G. E. de.; SILVA, K. S.; NASCIMENTO, A. D. L. do.; SILVA, M. A. D. DA.; SIMPLÍCIO, J. B. Custo de produção e viabilidade econômica do cultivo de milho de alta tecnologia no semiárido pernambucano. **Revista de Gestão e Secretariado – GeSec**, v. 15, n. 4, p. 01-10, 2024.

ARAUJO, S. A. S.; TELES, M. T.; REIS, A. G. R.; TAVARES, C. L. Respuesta del cultivo de maíz en función de la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada. **Saeta Universitaria Académica y de Investigación**, v. 5, n. 1, 2016.

CAPURRO, J.; DICKIE, M.; NINFI, D.; ZAZZARINI, A.; TOSI, E.; GONZALES, M. **Veza y avena como cultivos de cobertura en maíz.** Ponencia presentada en: XXIII Congreso Argentino y IXX Congreso Latinoamericano de Edafología. Mar del Plata, 2012.

CARTAGENA, Y. E.; PARRA, R. A.; ALVARADO, S. P.; VALVERDE, F. M.; ZAMBRANO, J. L. Eficiencia del uso de abonos verdes y urea en el cultivo de maíz en valles altos Avances en Ciencia e Ingeniería. **Universidad San Francisco de Quito**, v. 12, n. 3, 2020.

GALANTINI, J. A.; IGLESIAS, J. O; MIGLIERINA, A. M.; ROSELL.; R. A.; GLAVER, A. Rotación y fertilización en sistemas de producción de la región semiárida de Buenos Aires. **Revista Facultad Agronomía**, v. 13, n. 1, p. 67-75, 1992.

GARCÍA, M.; ÁLVAREZ, M.; TRETO, E. Estudio comparativo de diferentes especies de abonos verdes y su influencia en el cultivo de maíz. **Cultivos Tropicales**, v. 23, n. 3, p. 19-30, 2002.

GARCÍA, M. **Contribución al estudio y uso de abonos verdes en cultivos económicos desarrollados en un suelo Ferralítico Rojo en La Habana**. (Tesis de pregrado), INCA, 98 p, 1998.

IMAKUMBILI, M. L. E.; SEMU, E.; SEMOKA, J. M. R.; ABASS, A. AND MKAMILO, G. Plant tissue analysis as a tool for predicting fertilizer needs for low cyanogenic glucoside levels in cassava roots: An assessment of its possible use. **Plos One**, v. 15, n. 2, 2020. 022864. <https://doi.org/10.1371/journal.pone>

MARIANA, F. M.; BELO, A. B.; MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; FILHO, A. C. A permanência de resíduos de *Canavalia ensiformis* e *Crotalaria juncea* após fitorremediação em solo contaminado com sulfentrazone não resulta em recontaminação do solo. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p.1-8, 2019. <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5638>

MIRANDA, N. de O.; VANOMARK, G. M. M. DE S.; MELO, I. G. C.; GÓES, B. G. Biomass of *Crotalaria juncea* as a function of plant densities in the semiarid region of Northeastern Brazil. **Agronomía Colombiana**, v. 38, n. 1, p.148-155, 2020.

MARTÍN, G. M.; RIVERA, R. Participación del nitrógeno del abono verde en la nutrición nitrogenada del maíz cultivado (*Zea mays* L.) en suelo rojo ferralítico. **Cultivos Tropicales**, v. 23, n. 3, p. 91-96, 2002.

MARTÍNEZ-MERA, E.; VALENCIA, E.; CUEVAS, H. Evaluación alelopática en cultivos agronómicos utilizando cobertura triturada de crotalaria [*Crotalaria juncea* 'tropic sun'], canavalia [*Canavalia ensiformis* (L)] y gandul [*Cajanus cajan* 'lázaró'] en invernadero. **O Jornal de Agricultura da Universidade de Porto Rico**, v. 100, n. 1, p.83–92, 2020. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v100i1.8688>

MORALES-MORALES, E. J.; RUBÍ-ARRIAGA, M.; LÓPEZ-SANDOVAL, J. A.; MARTÍNEZ-CAMPOS, A. R.; MORALES-ROSALES, E. J. Urea (NBPT) Una Alternativa en La fertilización nitrogenada de cultivos anuales. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 10, n. 8, 2019. México, ME:1875-86. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>

MORENO BARDALES, K. R. **Eficiencia de la caña de azúcar (*Canavalia ensiformis* L.) en la fijación de n₂ e incremento de la productividad agrícola del maíz (*Zea mays* L.) en el distrito de Chapén**, 2016. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, 2016.

MÓSQUERA, M. P.; SANCLEMENTE, O. E. R.; SÁNCHEZ, M. P. de.; MILLER, J. G.; SÁNCHEZ, D. I. S. Abonos verdes: Tecnología para el manejo agroecológico de cultivos. **Agroecología**, v. 7, n. 1, p. 53–62, 2012.

MUEDAS, J. **Dosis de nitrógeno y potasio en la producción de Zea mays L. híbrido DK 7088 Pangoa** (Maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú – Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias– Satipo – Perú, 2019.

PACHECO-SANGERMAN, F.; PRADO-HERNÁNDEZ, V.; MALDONADO-TORRES, R.; ROBLEDO-SANTOYO, E. Diagnóstico nutrimental del suelo y foliar en el cultivo de maíz. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 13, n. 6, 2022.

PERCY DÍAZ-CHUQUIZUTA, P.; MELÉNDEZ, E. D.; PAREDES, M. M.; CALVO, T. W. J. **Guía técnica para el manejo del cultivo de maíz amarillo duro en la Selva**. 84p, 2022.

RASIAS; V.; KAY, B. D. N mineralización de leguminosas: efecto de la aireación y distribución del tamaño de los poros llenos de agua. **Bioquímica del suelo**, v. 30, n. 1, p. 89-96, 1998.

REYNA-DELGADO, N.A.; ALCÁNTARA-SANTILLÁN, M. A.; LINARES-SALAS, A. J.; GÓMEZ-OSCORIMA, R. M.; DIEZ-MATALLANA, R. A.; VASQUEZ-QUISPE, C. Z.; VALDEZ-BARBOZA, A. Beneficios de la biotecnología moderna en maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) resistente a *Spodoptera frugiperda*. **Anales Científicos**, v. 85, n. 2, p. 74-88, 2025. <https://doi.org/10.21704/ac.v85i2.959>

RODRÍGUEZ, T. E.; ROSILLO, C. L.; TORRES, C. E. E. Uso de abonos verdes de *Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea* para reducir la dependencia de fertilizantes químicos en el arroz (*Oryza sativa* L.), FAO, AGRIS - **Sistema Internacional de Ciencia y Tecnología Agrícola**, 2024.

RIBAS; L. A. R. T; JADOSKI, S. O.; FAGGIAN, R.; SPOSITO, V. Effect of climate change on agricultural suitability for corn cultivation in microregion of Guarapuava, Paraná. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, e76942461, 2020.

RIVERA, R. A.; MARTIN, G. M. Mineralización nitrogenada de abonos verdes y su participación en la nutrición del maíz (*Zea mays* L.) cultivado en un suelo Ferralítico Rojo en La Habana. FAO, AGRIS - **Sistema Internacional de Ciencia y Tecnología Agrícola**, 2002.

RUFFO, M.; PARSONS, A. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. **Información Agronómica del Cono Sur**, n. 21, p. 1-8, 2004.

TORRES, L. **Propuesta agroecológica para el desarrollo sostenible de la finca bananera Don Víctor en el cantón Simón Bolívar, provincia Gauyas**. 2021. 114 p. (Maestría). Universidad Agraria del Ecuador. Sistema de postgrado Universidad Agraria del Ecuador. Programa de maestría en agroecología y desarrollo

sostenible.2021. Disponible em:

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TORRES%20JARAMILLO%20LUIS.pdf>. Acceso em: 4 abr. 2024

VANZOLINI, J.; GALANTINI, J.; AGAMENNONI, R.; REINOSO, O. Momento de control de cultivos de cobertura de *Vicia villosa* Roth. y su efecto en la producción de biomasa. **IN: Conferencia Nacional de Sistemas de Producción Sostenibles**, Comisión de Química de Suelos. AACS. Bahía Blanca, Bs.As. p. 279, 2009.

SIURA C.; S., MONTES, I.; DÁVILA, S. Efecto del biol y la rotación con Abono Verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de Espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico. **Anales Científicos**, v. 70, n. 1, p. 1-8, 2016.