



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AGROECOLOGÍA

**“Comparación de la producción de maíz *Zea mays* L. mediante la incorporación de tres abonos orgánicos durante la siembra en el sector La Vainilla del cantón Sígsig:
Un estudio de campo”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

Tecnólogo en agroecología

Autores:

Leonardo David Reinoso Aguilar
María Verónica Morocho Sánchez

Director:

Blgo. Adolfo Verdugo

Cuenca, Ecuador

2024

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón a mi madre, padre y a mis hermanos porque sin ellos no lo habría logrado, me han dado motivación para seguir avanzando y me siento muy afortunado de tenerlos a ellos, hemos tenido momentos duros, hemos estado en las buenas y en las malas, gracias a mis compañeros de curso a mis familiares y a todos ellos por todo ese apoyo, también a mi tutor de tesis por siempre motivarme a soñar en grande haber compartido risas por apoyarme a colaborar y tener paciencia a lo largo de este viaje académico, gracias por ser un pilar de fortaleza y un ejemplo para a seguir, ante todos los estudiantes siempre nos da fortaleza .

Leonardo Reinoso.

A Dios, permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, a mi familia, primos amigos, amigas y compañeros a todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional y también me daban palabras de alientos que si voy a triunfar en todos momentos sin esperar un cambia, y llegar en estos momentos de alegría que estoy triunfando nunca hay que tirarse hace atrás todos somos capaces de lograr las metas.

Especialmente me dedico a mí por mis empeños de cada día la dedicación, lagrimas sonrisas, tristeza que a veces había dificultades al realizar el proyecto.

María Morocho.

Agradecimientos

Agradezco a mis papás y a mis hermanos por haberme apoyado a seguir adelante en el estudio y nunca haberme dado por vencido, todos ustedes siempre me han brindado su apoyo incondicionalmente para poder cumplir mi sueño y mis objetivos, ayudándome con mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades de la vida y agradecimiento a mi tutor por habernos dado una mano muy profundamente por su dedicación y paciencia, gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Leonardo Reinoso.

Agradezco en primero Dios por haberme dado la vida y conocimiento y concederme la paciencia, constancia y entrega para culminar mi etapa de vida a mi familia con su esfuerzo, trabajo y consejos durante todo mi proceso de formación universitario me han demostrado siempre su cariño y apoyo incondicional; a mis primos, hermanos, tíos, abuelitos, amigos especialmente a todas las personas que fueron parte fundamental de aprendizaje que a pesar de nuestras diferencias y dificultades, eternamente quieren lo mejor para mí y aunque no te lo digo, siempre los he admirado como personas que han sabido salir adelante a pesar de las dificultades, las palabras nunca serán suficientes para brindar mi aprecio y agradecimiento, esto es por mí y para ustedes. A mis compañeros por haberme enseñado la constancia y haber aprendido muchos de ellos que se requiere para cumplir una meta, que aunque no te encuentres físicamente, siempre estarás presente en mi corazón. Gracias a las personas que me han dado unos alientos en momentos difíciles en mi vida y siempre se estaban preocupando de mí, y me forma me acompañan en esta etapa de mi vida y cumplir una meta. A mis compañeros de curso que me permitieron profundizar y ampliar el proyecto al Blgo. Adolfo por brindar la oportunidad de ser mi director y por su valioso tiempo y asesoramiento para elaboración del proyecto y también por ser una buena persona que siempre está pendiente de cada uno de los estudiantes y se da su tiempo para conocer más del proyecto de los demás compañeros. La Ing. Sarita por brindarme sus conocimientos paciencia y es una buena persona que siempre nos ayuda con algunas dudas y también son explica dónde está mal y que corriamos como tutora de las tesis. Y Finalmente gracias a todas las personas que me ayudaron como directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

María Morocho.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	1
1. Procedimientos.....	2
1.1 Ubicación.....	2
1.2 Coordenadas UTM área del terreno.....	2
1.3 Mapa de ubicación.....	2
1.4 Datos generales.....	3
1.5 Abono Abonaza	6
1.6 Abono de Gallinaza	7
1.7 Abono de Borrego y Cuy.....	7
2. Trabajo de laboratorio	8
2.1 Características físicas y morfológicas del suelo del sector la Vainilla.....	8
2.1.1 Determinación de la humedad	8
2.1.2 Gravedad específica.....	9
2.1.3 Determinación granulométrica	11
2.1.4 Densidad relativa y densidad real.....	14
2.1.5 Porosidad	15
2.2 División de las parcelas	16
2.3 Labores culturales.....	17
3. Resultados.....	19
Conclusiones.....	24
Referencias	25
Anexos.....	28

Índice de tablas

Tabla 1.1. <i>Sistema de coordenadas</i>	2
Tabla 1.2 <i>Temperaturas según etapa del maíz</i>	4
Tabla 1.3 <i>Composición de abono Eco Abonaza</i>	6
Tabla 1.4 <i>Composición de abono de Gallinaza</i>	7
Tabla 1.5 <i>Composición de Abono Borrego y Cuy</i>	7
Tabla 2.1 <i>Masa de las muestras húmedas y secas</i>	8
Tabla 2.2 <i>Resultados de humedad del suelo.</i>	9
Tabla 2.3 <i>Material fino de las muestras secas de suelo.</i>	10
Tabla 2.4 <i>Material grueso de las muestras secas de suelo.</i>	10
Tabla 2.5 <i>Resultados del material fino de las muestras secas de suelo.</i>	10
Tabla 2.6 <i>Resultados del material grueso de las muestras secas de suelo.</i>	11
Tabla 2.7 <i>Tamices serie ASTM, abertura según su malla</i>	11
Tabla 2.8 <i>Método de Schumann con 500 g de muestra seca</i>	12
Tabla 2.9 <i>Ensayo de Schumann n, $n\text{Log}(k_{sch})$ y K_{sch}</i>	13
Tabla 2.10 <i>Masa retenida</i>	14
Tabla 2.11 <i>Datos de la densidad aparente</i>	14
Tabla 2.12 <i>Datos de la desidad real</i>	15
Tabla 2.13 <i>Datos de la porosidad</i>	16
Tabla 3.1 <i>Resultados de Abonaza</i>	19
Tabla 3.2 <i>Resultados de Gallinaza</i>	20
Tabla 3.3 <i>Resultados de Cuy y Borrego</i>	21
Tabla 3.4 <i>Resultados de Testigo</i>	22
Tabla 3.5 <i>Comparación de los abonos y testigo</i>	23

Índice de figuras

Figura 1.1 <i>Plano de la ubicación del terreno.</i>	2
Figura 2.1 <i>Resultados de Schumann Log (eje X) y Log 10 (eje Y)</i>	13
Figura 2.2 <i>Medida de las parcelas.</i>	16
Figura 2.3 <i>Parcelas en el terreno</i>	17
Figura 3.1 <i>Diagrama de medidas y meso del maíz según el abono</i>	23

Índice de anexos

Anexo 1. Parcelas de maíz en el sector La Vainilla.	28
Anexo 2. Leonardo Reinoso y plantas de maíz de brote medio.	28
Anexo 3. Leonardo Reinoso y María Morocho a 3 semanas de la cosecha.	28
Anexo 4. Muestra del suelo del sector La Vainilla.....	29
Anexo 5. Separación del material y materia orgánica por mallas.	29
Anexo 6. María Morocho pesando muestras de material.	30
Anexo 7. Leonardo Reinoso en prueba con matraz aforado.....	30
Anexo 8. Muestras colocadas en horno para ensayo de humedad.....	31
Anexo 9. Muestras de material secas.....	31
Anexo 10. Mallas utilizadas para distribución granulométrica.	32
Anexo 11. Tamizadora.	32
Anexo 12. Leonardo Reinoso y María Morocho en recolección de tallos de maíz.....	33
Anexo 13. Toma de datos de cada choclo.	33

**“COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ *ZEA MAYS* L.
MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS
DURANTE LA SIEMBRA EN EL SECTOR LA VAINILLA DEL CANTÓN
SÍGSIG: UN ESTUDIO DE CAMPO”**

Resumen

En Ecuador, anualmente se producen la cantidad de 1.5 millones de toneladas de maíz, el cual va dirigido para las distintas variedades de alimentos para humanos y animales, al ser un producto muy demandado, se lo cultiva y desarrolla con la mayor rapidez, eficiencia y calidad posibles. Por ello el propósito de la siguiente investigación es ver que abono agrícola es más efectivo para los cultivos de *Zea mays*, el experimento está dividido en 4 parcelas, donde cada una tiene distintos abonos, los cuales incluye Abonaza, Gallinaza, una mezcla de Cuy y Borrego, y como ultimo un Testigo, donde no se colocó ningún tipo de abono, al llegar tiempo de cosecha, se recolectaron 20 tallos de maíz, recolectó, midió y peso cada mazorca para sacar un promedio general y comparar cuál abono es más calificado para la siembra de maíz en el sector La Vainilla perteneciente al cantón de Sígsig. Como resultado el Abonaza resultó ser el más efectivo, siguiéndole el de Cuy y Borrego, y por último el abono de Gallinaza.

Palabras clave: *Zea mays*, parcelas, abono, cultivo eficiente, caracterización.

“COMPARISON OF ZEA MAYS L. CORN PRODUCTION THROUGH THE INCORPORATION OF THREE ORGANIC FERTILIZERS DURING SOWING IN THE VANILLA SECTOR OF THE SÍGSIG CANTON: A FIELD STUDY”

Abstract

In Ecuador, 1.5 million tons of corn are produced annually, which is intended for different varieties of food for humans and animals. Being a highly demanded product, it is grown and developed with the greatest speed, efficiency and possible quality. Therefore, the purpose of the following investigation is to see which agricultural fertilizer is most effective for Zea mays crops. The experiment is divided into 4 plots, where each one has different fertilizers, which include Manure, Chicken Manure, a mixture of Cuy and Borrego, and lastly a Witness, where no type of fertilizer was placed, when harvest time arrived, 20 stalks of corn were collected, collected, measured and weighed each ear to obtain a general average and compare which fertilizer is most qualified for the planting of corn in the La Vainilla sector belonging to the canton of Sígsig. As a result, Abonaza turned out to be the most effective, followed by Cuy and Borrego fertilizer, and finally Gallinaza fertilizer.

Keywords: Zea mays, plots, fertilizer, efficient cultivation, characterization.

Introducción

El maíz fue cultivado hace más de 10 mil años a.C, su nombre científico es *Zea mays* L., los Nahuas de Mesoamérica llamaban a este alimento como Centil, partiendo de aquí con los nombres que están presentes como choclo, jojoto, milho o elote, el maíz pertenece a la familia de las *Poaceae* o *Gramíneas*, siendo esta una planta doméstica y altamente productiva, esta no se la encuentra en estado salvaje, depende del ser humano para su desarrollo (Paliwal, 2018).

Actualmente, en el Ecuador, el cultivo del maíz es uno de los más importantes, de su producción se obtiene materia prima para la agroindustria y la alimentación de los ecuatorianos. En un 78 al 80 % de los cultivos están orientados a la siembra de maíz amarillo duro y un 20 a 22 % a la producción de maíz de grano suave, la mayor producción se encuentra en las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja en donde se aprovecha la época lluviosa, en el resto del país se cultiva a menor escala con propósitos de autoconsumo y pocas veces los excedentes son vendidos en los mercados locales.

La utilización de químicos para el desarrollo y crecimiento acelerado del maíz no es una novedad en la producción intensiva del maíz, al utilizar este método va deteriorando gradualmente el suelo hasta dejarlo estéril.

Generalmente los abonos orgánicos son utilizados en tierras sometidas a cultivos intensos para mejorar la estructura del suelo, gracias a ello aumenta la capacidad en la retención de agua y una gran disponibilidad de nutrientes para las plantas (Hernández,et, 2009).

En nuestra comunidad, a pesar que no se aplicado un paquete tecnológico químico la producción del maíz ha disminuido en relación a los años anteriores debido principalmente a la disminución de nutrientes disponibles para las plantas por anteriores cosechas, por ello, optamos realizar esta investigación que consiste en comparar la producción de maíz blanco mediante la incorporación de tres abonos orgánicos durante la siembra en la comunidad La Vainilla del cantón Sígsig.

1. Procedimientos

1.1 Ubicación

El sitio de estudio está ubicado en el sector La Vainilla, perteneciente al cantón Sígsig, a 20 minutos de la carretera principal de Gualaceo - Sígsig, en la propiedad de Luis Morocho, a una altura de 2548 msnm., cuyas coordenadas son: 745035 de latitud Sur y 9667482 de longitud Oeste.

1.2 Coordenadas UTM área del terreno

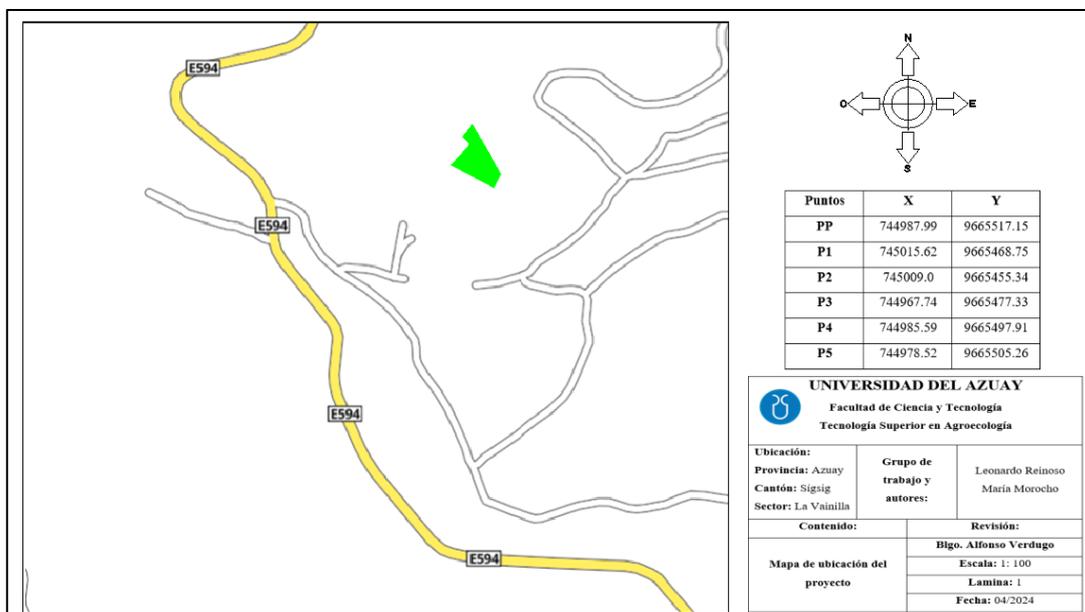
Tabla 1.1. Sistema de coordenadas

Puntos	X	Y
PP	744987.99	9665517.15
P1	745015.62	9665468.75
P2	745009.0	9665455.34
P3	744967.74	9665477.33
P4	744985.59	9665497.91
P5	744978.52	9665505.26

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Mapa de ubicación

Figura 1.1 Plano de la ubicación del terreno.



Fuente: Elaboración propia.

1.4 Datos generales

Para la producción de maíz es necesario de suelos mullidos con una aireación y drenaje adecuados, así mismo una cantidad considerable de agua cerca de las raíces, los suelos pesados, arenosos o con un mal drenaje no son adecuados para estos cultivos, la planta tiene una preferencia en niveles de pH mayores a 5,5, siendo más óptimo 5,8 y 6,8 (Wikifarmer, 2022)

- **Raíz:** son 2 raíces, fibrosas y raíces adventicias nacen sobre la superficie del suelo, se encargan de sostener la planta, pero, por su gran cantidad de raíces superficiales, es vulnerable a las sequías y a caer por los vientos, también es intransigente a suelos sin nutrientes.
- **Tallo:** tiene una capa epidérmica superficial, impermeable y transparente, compuesta por una pared donde circula su alimento, médula de tejido esponjoso y blanco, sirve para el almacenamiento alimento (azúcar).
- **Hojas:** su forma es alargada, arrollada al tallo, de ellas nacen espigas.
- **Grano:** llamado cariósipide, está insertado en la tusa, la cantidad está limitada por el número de granos por hilera y de raquis (Oñate, 2016)

En la actualidad, el maíz es cultivado en todos los países del continente Americano, siendo uno de los principales alimentos, sus etapas se dividen en:

- **Etapa 1 (siembra-emergencia):** aparición de la planta de semillero sobre la superficie del suelo.
- **Etapa 2 (emergencia-Panoja):** crecimiento de dos hojas completas, se observa la panoja, sin intervención humana.
- **Etapa 3 (Panoja-Espiga):** los estigmas se visualizan de 8 a 10 días, pasando después 5 días se observa su estructura, después de 12 días crecen la segunda hoja, aparecerán de 16 a 22 hojas, hasta a los 55 días la última rama de panoja, finalmente a los 60 días se observa el desarrollo de la inflorescencia.

- **Etapa 4 (Espiga-Maduración):** el tiempo es de 215 a 270 días, el desarrollo de la vegetación es de 60 días y de la floración son otros 60 días (UTA, 2016).

La temperatura idónea según el crecimiento del maíz:

Tabla 1.2 *Temperaturas según etapa del maíz*

Etapa	Temperatura en °C		
	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	10	40	20-25
Crecimiento	15	40	20-30
Floración	20	30	21-30

Fuente: Hydro Environment (2020).

El Fito-rendimiento y el mejoramiento de las prácticas de gestión, produjeron un mejoramiento, 50% a la gestión y 50% a la crianza, estas 2 herramientas interactúan estrechamente, sin ninguna de las 2 se podría podido progresar en el desarrollo y rendimiento del maíz en los últimos 90 años. Los rasgos híbridos han cambiado a lo largo de los años, los cambios de rasgos que aumentan la resistencia a una amplia variedad de estreses bióticos y abióticos, son varios, pero también se registran cambios morfológicos y fisiológicos que promueven la eficiencia del crecimiento, desarrollo y la partición, algunos rasgos no han cambiado a lo largo de los años porque los mejoradores intentaron mantenerlos constantes (ScienceDirect, 2005).

El efecto en la aplicación de abonos orgánicos (bio-compost y vermicompost), incrementa la presencia de nitratos, por lo cual no se aplica nitrógeno, al menos al inicio de un nuevo ciclo agrícola, así mismo las variables en el suelo, se encuentra en los rangos permisibles para tener un mejor desarrollo del maíz (SciELO, 2009).

En la campaña de 1996, las distintas especies de abonos verdes acumulan volúmenes considerables de fitomasa y nutrientes mayores a 2 t/ha de masa seca y 40 kg/ha de nitrógeno, siendo estas cantidades mismas permisibles para la fertilización del suelo y rendimiento de los cultivos (Redalyc, 2002).

Para la producción de maíz es necesario de suelos mullidos con una aireación y drenaje adecuados, así mismo una cantidad considerable de agua cerca de las raíces, los suelos pesados, arenosos o con un mal drenaje no son adecuados para estos cultivos, la planta tiene una preferencia en niveles de pH mayores a 5,5, siendo más óptimo 5,8 y 6,8 (Wikifarmer, 2022).

- **Identificación del terreno:** es necesario conocer las características del suelo donde se sembrará, nos ayudará a saber que necesitar, así lograremos tener un equilibrio, por lo general se divide en dos grupos:
 - ✓ **Suelo arenoso:** tiene una evacuación rápida de agua, es conveniente para cultivos que necesitan mucha humedad, una ventaja importante es que permite una elevada oxigenación de las raíces, por su capacidad de drenaje.
 - ✓ **Suelo arcilloso:** tiene una alta capacidad para la retención de agua, pero no tiene un buen drenaje, repercute negativamente en la oxigenación y salud de las raíces, lo ideal en este suelo es conseguir un equilibrio arcilloso y arenoso, en estado natural es muy difícil de encontrar.
- **Eliminación de las malas hierbas:** es importante eliminar maleza en el terreno, si no se adecua correctamente, puede traer conflictos con los cultivos y recursos de agua. En realidad, las malas hierbas nunca se van a eliminar y aparecen días después de regar, el cual es el momento perfecto para quitarlas, ya que todavía no tendrán fuerza en la raíz para agarrarse al suelo.
- **Airea la tierra:** es necesario oxigenar la tierra antes de sembrar, es necesario que se encuentre húmeda, se puede aprovechar un día de lluvia o mojar la tierra, se trabaja con mayor facilidad, se cava de 10 cm a 25 cm de profundidad, sacando toda la tierra y moviéndola, se puede aprovechar para echar fertilizante, así estará rica en nutrientes.
- **Nivelar el terreno:** allanar o nivelar el terreno para que presente un aspecto fino y unificado, se utiliza un nivel láser o postes, para marcar la nivelación.

- **Abonar:** colocar materia orgánica ayuda a enriquecerlo de nutrientes, colocar humus de lombriz o estiércol, esta es la última etapa para preparar el suelo para la siembra (El Jornalero, 2020).

1.5 Abono Abonaza

Eco Abonaza es un abono compostado, obtenido de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales de granjas certificadas, el cual se convierte en un producto libre de patógenos, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes.

Tabla 1.3 *Composición de abono Eco Abonaza*

Elemento	%
Materia Orgánica	61.52%
Nitrógeno	2.73%
Fósforo	1.75%
Potasio	3.63%
Calcio	4.42%
Magnesio	1.06%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.07%
Boro	0.02%
Molibdeno	0.00%
Zinc	0.028%
Cobre	0.05%
Azufre	0.24%

Fuente: (Eco Abonaza, 2019).

1.6 Abono de Gallinaza

La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta, es un material con buen aporte de nutrientes, su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo, la Gallinaza proviene de la cría de gallinas para la producción de huevo (Abonos Biormin, 2020).

Tabla 1.4 *Composición de abono de Gallinaza*

Elemento	%
Nitrógeno	2.67%
Fósforo	3.74%
Potasio	2.19%
Carbono orgánico oxidable	21.1%
Cenizas	24.5%
Magnesio	0.75%
Humedad	18%

Fuente: (Abonos Biormin, 2020).

1.7 Abono de Borrego y Cuy

Tabla 1.5 *Composición de Abono Borrego y Cuy*

Composición de Abono Borrego y Cuy		
Elemento	Borrego%	Cuy%
Materia Orgánica	29.31%	36.95%
Carbono	-	21.43%
Nitrógeno	3.81%	1.84%
Fósforo	1.63%	-
Potasio	1.25	-
Humedad	64%	5.85%

Fuente: Rafael, et al., (2023), Agropal, (2015).

2. Trabajo de laboratorio

El análisis de las características del suelo, no influyen con el objetivo de la investigación de que abono es más eficiente para el cultivo de *Zea mays*, se lo realizó para tener una referencia de las características del suelo.

2.1 Características físicas y morfológicas del suelo del sector la Vainilla

Se recolectó 3 kg del suelo del sector la Vainilla, para proceder a hacer los ensayos se secó 2.5 kg de la muestra de suelo a 100 °C en un horno durante 24 horas.

2.1.1 Determinación de la humedad

La humedad es la relación de la masa del agua entre poros y la masa de las partículas sólidas según la norma ASTM D-2216-10.

Para el experimento se realizó 3 ensayos donde se pesaron 3 recipientes y luego se distribuyó 100 g de muestra en cada uno, se las llevó al horno durante 24 horas a 100 °C, tal final se procedió a pesar las muestras con cada respectivo recipiente, dando los siguientes resultados:

Tabla 2.1 Masa de las muestras húmedas y secas

°N de muestra	Masa del recipiente m_1 (g)	Masa del recipiente + masa del suelo húmedo m_2 (g)	Masa del recipiente + masa del suelo seca m_3 (g)
1	131	231	223
2	110	210	202
3	131	231	223

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula para determinación de humedad:

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100 \quad (1)$$

W = % de humedad.

m_1 = masa del recipiente (g).

m_2 = masa del recipiente + masa del suelo húmedo (g).

m_3 = masa del recipiente + masa del suelo seca (g).

Tabla 2.2 Resultados de humedad del suelo.

N° de muestra	% de humedad
1	8.70
2	8.70
3	8.70
Media	8.70

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2.2, nos demuestra que el suelo contiene una humedad baja, por las condiciones climáticas y geomorfología del terreno siendo este inclinado, se debe realizar un riego adecuado cada día hasta la fecha de cosecha del maíz.

2.1.2 Gravedad específica

Es la densidad de un material, relacionada con la densidad del agua a una misma temperatura, siempre depende de su composición y no de la cantidad de materia, para el ensayo de gravedad específica, colocamos 1kg en mallas de número 3/8 y 10 con el objetivo de tener resultados más significativos, procedemos a realizar el ensayo de peso específico, en 2 probetas de 1000 ml y 2 probetas de 250 ml se colocaron 100 g de la muestra seca del suelo en cada una, mientras este se integraba con agua hasta llegar a 500 ml en las 2 probetas de 1000 ml y 125 ml en las 2 probetas de 250 ml, este proceso se lo realizó en el acumulado de la malla 10, siendo material gruesos y su pasante de malla 10 siendo este material fino, la malla 3/8 se ocupó para separar materia orgánica (raíces secas) del material.

Fórmula para determinación del peso específico:

$$p = \frac{m}{v_2 - v_1} \quad (2)$$

p: peso específico 1 ml = 1 cm³(g/cm³).

m: masa inicial (masa del suelo 100 g en cada probeta).

V₁: volumen inicial (masa del suelo + agua integrada hasta los 500 ml, en probeta de 1000 ml y 125 ml en la probeta de 250 ml).

V₂: volumen final (después de 24 horas, diferencia de volumen del material al sedimentarse).

Tabla 2.3 *Material fino de las muestras secas de suelo.*

Probeta	De 1000 ml	De 250 ml
Masa (m)	100	100
Volumen inicial (ml)	500	125
Volumen final (ml)	543	169
Peso específico (g/cm³).	2.33	2.27

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.4 *Material grueso de las muestras secas de suelo.*

Probeta	De 1000 ml	De 250 ml
Masa (m)	100	100
Volumen inicial (ml)	500	125
Volumen final (ml)	536	162
Peso específico (g/cm³).	2.78	2.70

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula para determinación la gravedad específica:

$$GM = \frac{p}{p_{H_2O}} \quad (3)$$

GM: gravedad específica (adimensional).

p: peso específico (g/cm³).

pH₂O: peso específico del agua (1 g/cm³).

Tabla 2.5 *Resultados del material fino de las muestras secas de suelo.*

Material fino			
Probeta	De 1000 ml	De 250 ml	Media
Gravedad específica (adimensional).	2.33	2.27	2.30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.6 Resultados del material grueso de las muestras secas de suelo.

Material grueso			
Probeta	De 1000 ml	De 250 ml	Media
Gravedad específica (adimensional).	2.78	2.70	2.74

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de gravedad específica, demuestran que la muestra de material fino de 2.30 es un limo con trazos de materia orgánica, siendo muy beneficiosa para la agricultura y la muestra de material grueso de 2.74, demuestra que es una arcilla, esto favorece a la estabilidad y estructura del suelo (U.N.M.S.M, 2010).

2.1.3 Determinación granulométrica

Según con la norma ASTM C 33-136, específica que la abertura que cada tamiz debe tener para evaluar las partículas gruesas y finas contenidas en una muestra.

Para el ensayo granulométrico se pesó 500 g de la muestra de suelo secas en el horno y se las colocó en una tamizadora alrededor de 5 minutos en cada ensayo, se realizó 2 ensayos, la muestra de suelo que se obtuvo contiene partículas sólidas grandes por lo que se realizó el método de Schuman y se utilizó los siguientes tamices:

Tabla 2.7 Tamices serie ASTM, abertura según su malla

Nº de tamiz	Abertura (mm)
3/8	9.5
10	2
20	0.85
30	0.6
40	0.425
50	0.36
80	0.18
100	0.15

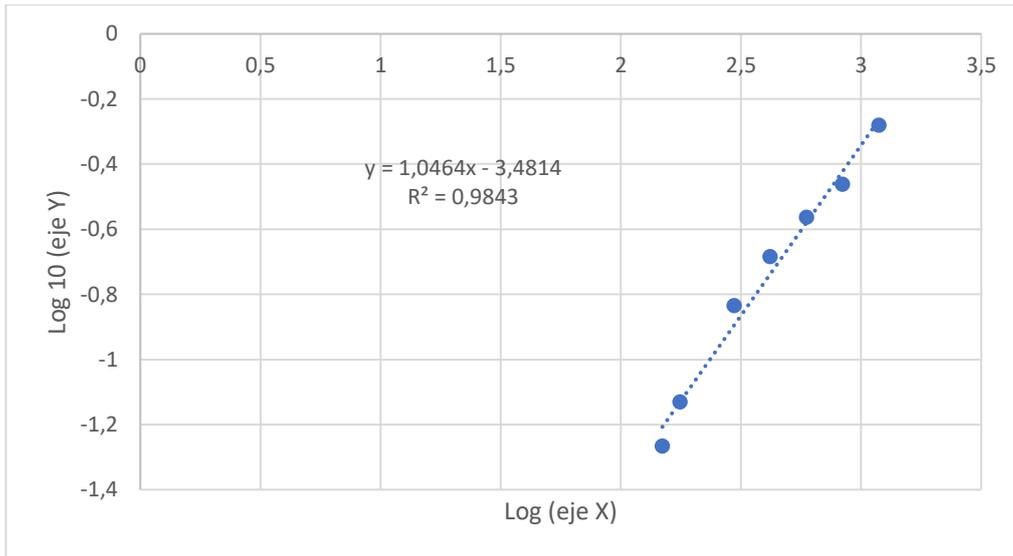
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.8 Método de Schumann con 500 g de muestra seca

N° de malla	Diámetro	Abertura	Peso de mallas	Malla + masa retenida		Masa retenida		Promedio de masa retenida	%Retenido	% Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	Schumann	
				Prueba 1	Prueba 2	Prueba 1	Prueba 2					X	Y
"	mm	um	g	g	g	g	g	g	%	%	g	Log	Log10
3/8"	9,52	9520	794	887	886	93	92	92,5	18,50%	18,50%	0,815	3,97863695	-0,08884239
10"	1,19	1190	653	800	798	147	145	146	29,20%	47,70%	0,523	3,07554696	-0,28149831
20"	0,841	841	620	707	712	87	92	89,5	17,90%	65,60%	0,344	2,924796	-0,46344156
30"	0,595	595	614	650	649	36	35	35,5	7,10%	72,70%	0,273	2,77451697	-0,56383735
40"	0,42	420	584	616	619	32	35	33,5	6,70%	79,40%	0,206	2,62324929	-0,68613278
50"	0,297	297	532	561	563	29	31	30	6,00%	85,40%	0,146	2,47275645	-0,83564714
80"	0,177	177	543	580	578	37	35	36	7,20%	92,60%	0,074	2,24797327	-1,13076828
100"	0,149	149	544	555	553	11	9	10	2,00%	94,60%	0,054	2,17318627	-1,26760624
Base	-0,0074		498	526	524	28	26	27	5,40%	100%	0		
Total						500	500	500	100,00%				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1 Resultados de Schumann Log (eje X) y Log 10 (eje Y)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: la figura 2.1 nos demuestra que el método de distribución de partículas de la muestra seca es eficiente, ya que su R^2 es inferior a 1 y los puntos de la gráfica están cerca de la línea de tendencia.

n: módulo de distribución.

nLog (k_{sch}): interceptor con el eje Y.

k_{sch} : constante de Schumann, es la potencia ($10(nLog(k_{sch})/n)$), dato para la distribución de D80, D60, D50 y D25.

Tabla 2.9 Ensayo de Schumann n, nLog (k_{sch}) y K_{sch}

n	1,0464
nLog (k_{sch})	3,4814
K_{sch}	2123,37155

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula para determinación de masa retenida, por el método de Schumann:

$$F(x) = \left(\frac{x}{K_{sch}}\right)^n \quad (4)$$

F(X): % de masa acumulada pasante.

x: tamaño de la partícula (μm).

Tabla 2.10 Masa retenida

	D80	D60	D50	D25
	0,8	0,6	0,5	0,25
	0,8080	0,6137	0,5156	0,2659
X (µm)	1,00088	1,00067	1,00056	1,00029

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4 Densidad relativa y densidad real

Para el ensayo de las densidades, se utilizó muestras secas, se procedió a pesar un vaso de 100 ml, luego en el mismo vaso se colocó material de la muestra seca hasta llegar a los 20 ml del vaso, con los siguientes datos se procedió a realizar el ensayo de densidad aparente.

Fórmula para determinación de la densidad aparente:

$$DA = \frac{mt}{Vt} = \frac{\text{masa 2} - \text{masa 1}}{Vt} \quad (5)$$

DA: densidad aparente (g/cm³).

mt: masa total (g).

masa 1: peso del vaso de 100 ml (47 g).

masa 2: peso del vaso de 100 ml + peso de la muestra hasta llegar a los 20 ml (64g).

Vt: volumen total 20 ml (1cm³ = 1 ml).

Tabla 2.11 Datos de la densidad aparente

Masa total (g)	17
Volumen total (ml)	20
Densidad aparente (g/cm³)	0.85

Fuente: Elaboración propia.

Para el ensayo de densidad real, se pesó un matraz aforado vacío, se procedió a colocar el material del ensayo de densidad aparente, se lo pesó y al final se colocó agua el mismo matraz aforado, la masa 4 representa a un matraz aforado con agua hasta su límite marcado.

Fórmula para determinación de la densidad real:

$$DR = \frac{\text{masa 2} - \text{masa 1}}{(\text{masa 4} - \text{masa 1}) - (\text{masa 3} - \text{masa 2})} \quad (6)$$

DR: densidad real (g/cm³).

masa 1: peso de matraz aforado vacío (g).

masa 2: peso de matraz aforado vacío + peso de la muestra de ensayo de densidad aparente (g).

masa 3: peso de matraz aforado vacío + peso de la muestra de ensayo de densidad aparente + agua integrada hasta límite marcado del matraz.

masa 4: peso del matraz aforado + agua hasta su límite marcado (g) (1 cm³ = 1g).

Tabla 2.12 Datos de la densidad real

Datos densidad real	
Masa 1 (g)	39
Masa 2 (g)	58
Masa 3 (g)	102
Masa 4 (g)	89
Densidad real (cm ³)	3.1666

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5 Porosidad

Para la determinación de la porosidad se utilizó los datos obtenidos de los ensayos de densidad real y densidad aparente.

Fórmula para determinación de porosidad:

$$\%P = \frac{DR - DA}{DR} \times 100 \quad (7)$$

%P: porosidad del suelo (%).

DR: densidad real (g/cm³).

Da: densidad aparente(g/cm³).

Tabla 2.13 Datos de la porosidad

Datos de la porosidad	
Densidad real (g/cm ³)	3.1666
Densidad aparente (g/cm ³)	0.85
Porosidad (%)	73.16

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 2.13 de densidad real y densidad aparente nos dan una porosidad del 73.16%, lo que significa ser un suelo turbos (tiene una gran cantidad de materia orgánica parcialmente descompuesta y poco drenaje), tiene una textura suelta y ligera, cuenta con una alta capacidad de retención de nutrientes. Este tipo de suelo necesita ser tratado adecuadamente para tener una efectividad positiva en la agricultura.

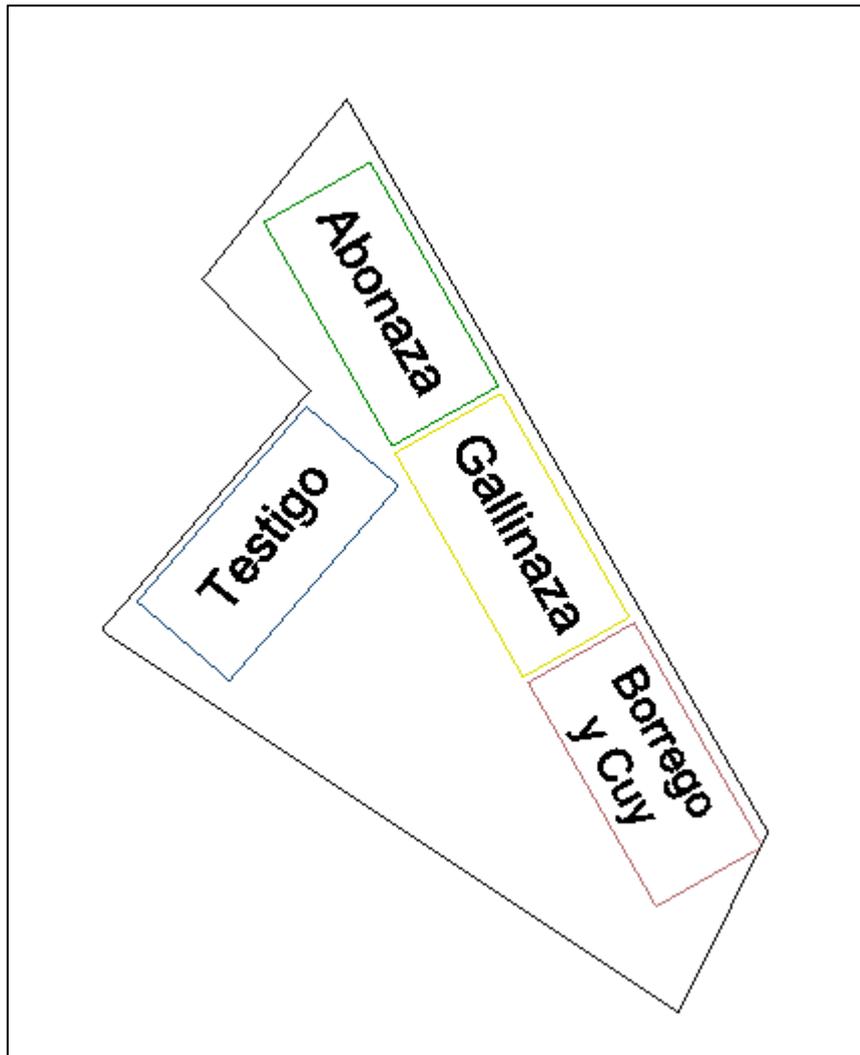
2.2 División de las parcelas

Al terreno se le dividirá en parcelas de 136 m² cada una en sentido paralelo a la pendiente del terreno, en cada parcela se incorporará un tipo de abono objeto de estudio y se comparará con una parcela testigo, se la presenta en la figura 2.2.

Figura 2.2 Medida de las parcelas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.3 Parcelas en el terreno



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Labores culturales

Realización del desmonte, limpieza, arado, siembra y cosecha del maíz:

- **Desmonte:** con la ayuda de pico y machete se retiró la cobertura vegetal leñosa para que no obstaculice el paso del arado con yunta.
- **Arado:** se utiliza una yunta de toros para remover el suelo.
- **Cruza:** se procede a remover el suelo después de 3 semanas de haber arado y dejarlo listo para la siembra.
- **Siembra:** los surcos se realizan con yunta, para luego, colocar semillas de maíz una distancia de 0,8 m entre plantas, sobre las semillas se coloca 400 g de cada uno de los tres abonos objetos de estudio.

- **Deshierba:** después del mes de siembra se retiran las hierbas adventicias de todas las parcelas de la investigación.
- **Aporque:** a las 3 semanas luego de la deshierba se procede a aporcar, técnica que consiste en acumular suelo en la base de las plantas con la finalidad de que las plantas tengan mayor anclaje y mayor disposición de agua y nutrientes.
- **Cosecha:** la cosecha se realizó a mediados de mayo del 2024.

3. Resultados

Para la definición de que abono es más eficiente, procedimos a hacer una comparativa en su cosecha de maíz, para ello extrajo 20 muestras de tallos de las cuatro parcelas y se procedió a contar cuántos choclos crecieron en cada planta, luego se procedió a retirar las hojas que recubre el choclo y detallar su largo, grosor (en la mitad del largo del choclo) y peso.

Tabla 3.1 *Resultados de Abonaza*

Muestras de Abonaza				
N° de muestra	Cantidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
1	1	20.3	5.2	263
2	1	16.6	4.8	218
3	1	16.3	4.1	189
4	2	20.1	4.9	272
		16.2	4.4	215
5	2	12.5	3.9	177
		17.6	4.4	195
6	1	21.7	5.1	248
7	1	17.8	4.5	214
8	2	18.7	4.8	237
		13.9	4.1	180
9	1	17.8	4.3	224
10	1	17.1	4,0	201
11	2	20.8	4.9	253
		13.3	4.2	196
12	1	17.6	4.6	227
13	2	18.1	4.8	251
		12.2	3.7	178
14	1	15.4	4.3	188
15	2	18.4	4.6	241
		13.7	3.8	190
16	2	17.9	4.4	233
		12.8	4.2	195
17	1	15.8	4.1	212
18	1	13.6	3.9	204
19	1	14.9	4.0	187
20	2	19.7	4.8	257
		13.5	4.3	199
Promedio		16.6	4.4	215.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2 *Resultados de Gallinaza*

Muestras de Gallinaza				
N° de muestra	Cantidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
1	1	12.6	3.8	104
2	1	12.7	3.4	126
3	1	11.8	3.7	89
4	1	Vacío		
5	1	10.3	3.4	85
6	1	11	4.1	102
7	1	17.2	3.4	204
8	1	15.4	3.6	134
9	1	14.9	3.9	160
10	1	17.3	3.7	226
11	1	11.1	4.2	152
12	1	14.7	3.1	100
13	1	11.1	3.5	102
14	1	15.2	4.4	206
15	1	14.4	4.2	116
16	1	11.1	3.6	168
17	1	Vacío		
18	1	14.7	3.9	159
19	1	13.4	4	94
20	1	10.7	3.5	87
Promedio		13.3	3.7	134.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3 Resultados de Cuy y Borrego

Muestras de Cuy y Borrego				
N° de muestra	Cantidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
1	2	Vacío		
		15.1	3.4	122
2	1	15.4	4.3	182
3	2	Vacío		
		16.6	3.8	189
4	2	Vacío		
		15.9	4.8	273
5	2	Vacío		
		13.5	3.6	129
6	2	Vacío		
		13.5	4.3	173
7	2	Vacío		
		14.5	3.5	116
8	2	Vacío		
		16.1	3.9	114
9	2	Vacío		
		13.4	3.7	120
10	1	11.8	3.9	122
11	1	15.6	3.8	108
12	1	16.3	3.6	131
13	1	12.3	3.8	106
14	1	13.4	3.4	109
15	1	16.4	4.1	161
16	1	10.4	2.9	48
17	1	13.5	3.1	85
18	2	Vacío		
		14.7	3.7	168
19	1	10.2	3.3	61
20	2	Vacío		
		13.4	3.7	89
Promedio		14.8	3.9	137.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.4 *Resultados de Testigo*

Muestras de Testigo				
N° de muestra	Cantidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
1	1	12.2	3.6	60
2	1	12.6	4.4	116
3	1	10.9	3.8	100
4	1	7.7	2.6	32
5	1	13.6	3.8	115
6	1	11.3	3.3	89
7	1	11.6	3.4	87
8	1	10.4	2.9	61
9	1	8.9	3.2	59
10	1	11.8	2.9	68
11	1	9.8	2.3	55
12	1	9.5	3.4	47
13	1	12.3	3.8	120
14	1	Vacío		
15	1	9.1	3.5	63
16	1	Vacío		
17	1	9.6	2.9	52
18	1	Vacío		
19	1	Vacío		
20	1	14.9	3.2	61
Promedio		11.0	3.3	74.1

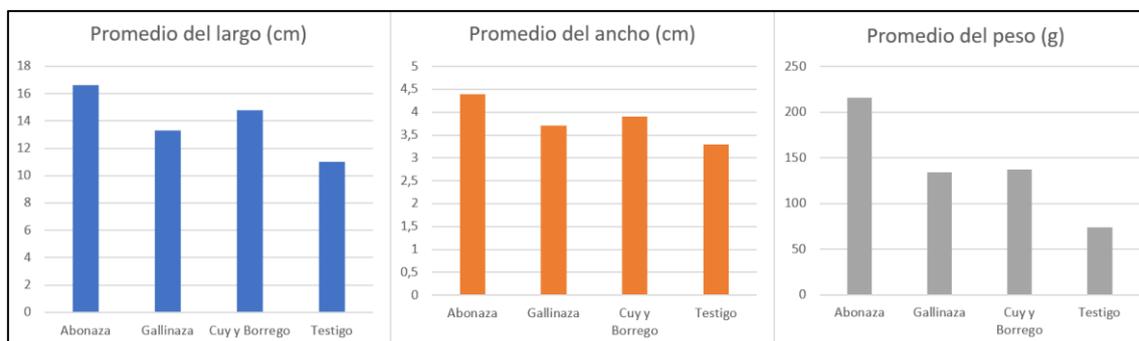
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5 Comparación de los abonos y testigo

Abonos	Promedio del largo (cm)	Promedio del ancho (cm)	Promedio del peso (g)
Abonaza	16.6	4.4	215.9
Gallinaza	13.3	3.7	134.1
Cuy y Borrego	14.8	3.9	137.2
Testigo	11.0	3.3	74.1

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.5, según las muestras, dimensiones y peso del maíz, demuestra que el abono Abonaza es el más idóneo para el cultivo en el sector La Vainilla, presentando mejores resultados, siguiéndole el abono de Cuy y Borrego, y por último el de Gallinaza.

Figura 3.1 Diagrama de medidas y meso del maíz según el abono

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.1 se demuestra la efectividad según el abono utilizado.

Una observación para una comparación general, no existen investigaciones en donde utilizan este tipo de abonos para la producción del maíz con referencia a nuestros parámetros de largo, ancho y peso.

Conclusiones

- Es recomendado usar fundas plásticas para la recolección de las muestras de suelo, así no pierde humedad al momento de usarlo en los ensayos de laboratorio.
- Los ensayos del porcentaje de humedad demuestran que el suelo contiene una humedad baja, esto debido a las condiciones climáticas y la geomorfología del sector la Vainilla, se recomienda un riego constante hasta el día de su cosecha.
- Los resultados de gravedad específica, demuestran que la muestra de material fino de 2.30 es un limo con trazos de materia orgánica, siendo muy beneficiosa para la agricultura y la muestra de material grueso de 2.74, demuestra que es una arcilla, esto favorece a la estabilidad y estructura del suelo (U.N.M.S.M, 2010).
- En la figura 2.1 en los resultados de Schumann, la distribución de las partículas de la muestra seca es eficiente, por su R^2 es inferior a 1, los puntos en la gráfica están cerca de la línea de tendencia.
- Los resultados de densidad real y densidad aparente nos dan una porosidad del 73.16%, lo que significa ser un suelo turboso (tiene una gran cantidad de materia orgánica parcialmente descompuesta y poco drenaje), tiene una textura suelta y ligera, cuenta con una alta capacidad de retención de nutrientes. Este tipo de suelo necesita ser tratado adecuadamente para tener una efectividad positiva en la agricultura.
- En la tabla 3.5 se realizó la comparativa de los abonos, siendo el Abonaza como el abono más adecuado para el cultivo de *Zea mays*, con el segundo mejor resultado fue el abono de Cuy y Borrego, y como último el de Gallinaza.
- Los resultados del Testigo, demuestran que hay una gran diferencia en que si se utiliza abonos en la siembra del maíz, hay una efectividad en las dimensiones y peso de las mazorcas.
- El abono Abonaza tuvo 100% de efectividad en el cultivo de maíz, todas sus mazorcas que variaba entre 1 y 2 por planta tenían formado la tusa y el grano, en Gallinaza tenía una mazorca por tallo y algunos estaban vacíos, en el abono de Cuy y Borrego, variaron de 1 a 2 mazorcas, pero algunas estaban vacías.

Referencias

- Etecé. (18 de 10 de 2017). *Enciclopedia Humanidades*. Maíz:
<https://humanidades.com/maiz/>
- Oñate. (2016). *Repositorio UTA*. duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea Mays*) var. blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón cevallos:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>
- Abonos Biormin. (2020). *Abonos Biormin*. Gallinaza compostada:
abonosbiormin.com/productos/6/gallinaza-compostada
- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. (01 de 2018). *Gobierno de México*. ¿Conoces el origen del maíz?:
<https://www.gob.mx/aserca/articulos/conoces-el-origen-del-maiz?idiom=es#:~:text=Se%20considera%20que%20el%20ma%C3%ADz,a%20unos%20kil%C3%B3metros%20de%20Mitla.>
- Agropal. (2015). *Agropal*. Beneficios uso abono orgánico en viñedo:
agropal.com/es/beneficios-uso-abono-organico-en-vinedo/
- Eco Abonaza. (2019). *Eco Abonaza*. Megagro store: megagro.com.ec/product/eco-abonaza/#:~:text=Eco%20Abonaza%20es%20un%20abono,de%20materia%20orgánica%20y%20nutrientes.
- El Jornalero. (8 de 04 de 2020). *El Jornalero*. Cómo preparar la tierra para sembrar:
<https://www.eljornalero.es/blog/como-preparar-la-tierra-para-sembrar/>
- Hernández,et. (24 de 10 de 2009). *Redalyc*. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo:
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57313040007.pdf>
- Paliwal. (2018). *Origen, evolución y difusión del maíz*. Fao:
<https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s03.htm>

- Rafael, N. (15 de 01 de 2023). *Composición química de excremento entero, composta y lixiviado de la cama de cuyes (Cavia porcellus)*. abanicoacademico:
<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/article/view/107/229>
- Redalyc . (19 de 4 de 2001). Abonos organicos y su efecto en propiedades fisica y quimicas del suelo y rendimiento en maíz:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319401>
- Redalyc. (2002). Estudio comparativo de difernetes especies de abonos verdes y su influencia en el cultivo de maíz:
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120003.pdf>
- Scielo. (12 de 2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400007
- ScienceDirect. (14 de 05 de 2005). The Contribution of Breeding to Yield Advances in maize (*Zea mays* L.):
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S006521130586002X>
- U.N.M.S.M. (12 de 01 de 2010). *Tabla de Valores Típicos de Gravedad Específica*. Studocu: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-mayor-de-san-marcos/mecanica-de-suelos-i/tablas-para-valores-tipicos-de-gravedad-especifica-compress/61609281>
- UTA. (2016). *Repositorio UTA*. Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. Blanco harinoso, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>
- Wikifarmer. (2022). *WikiFarmer*. Preparación del suelo de maíz, requisitos del suelo y requisitos para la siembra: <https://wikifarmer.com/es/preparacion-del-suelo-de-maiz-requisitos-del-suelo-y-requisitos-para-la-siembra/>

Wikifarmer. (2022). *Wikifarmer*. Preparación del suelo de maíz, requisitos del suelo y requisitos para la siembra: <https://wikifarmer.com/es/preparacion-del-suelo-de-maiz-requisitos-del-suelo-y-requisitos-para-la-siembra/>

Anexos



Anexo 1. Parcelas de maíz en el sector La Vainilla.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 2. Leonardo Reinoso y plantas de maíz de brote medio.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 3. Leonardo Reinoso y María Morocho a 3 semanas de la cosecha.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 4. Muestra del suelo del sector La Vainilla.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 5. Separación del material y materia orgánica por mallas.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 6. María Morocho pesando muestras de material.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 7. Leonardo Reinoso en prueba con matraz aforado.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 8. Muestras colocadas en horno para ensayo de humedad.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 9. Muestras de material secas.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 10. Mallas utilizadas para distribución granulométrica.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 11. Tamizadora.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 12. Leonardo Reinoso y María Morocho en recolección de tallos de maíz.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 13. Toma de datos de cada choclo.

Fuente: Elaboración propia.