



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Súper maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque - 2020”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

**Juan José Ventura Suclupe**

**ASESOR:**

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

**22 junio del 2022**

**TESIS**

**“Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Súper maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque - 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

---

**Juan José Ventura Suclupe**  
Autor

---

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
Asesor

**APROBADO POR:**

---

**Ing. M. Sc. Eduardo Exequiel Deza León**  
Presidente del jurado

---

**Ing. Diomedes Bocanegra Irigoín**  
Secretario del jurado

---

**Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez**  
Vocal



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL N° 008-2022-UI-FAG**

En la ciudad de Lambayeque a los veintidós días del mes de junio del año dos mil veintidós, siendo las 8.15 de la mañana, se reunieron vía plataforma virtual geogle meet: <https://meet.google.com/csg-fecx-cxu>, los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "CONTENIDO DE N-P-K EN EL RASTROJO DEL HÍBRIDO SIMPLE SÚPER MAÍZ EN EL SECTOR EL CARMEN LAMBAYEQUE - 2020", designados por Decreto N° 082-2020-FAG del 12 de marzo del 2020, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

**Ing. M. Sc. Eduardo Exequiel Deza León**

**Presidente**

**Ing. Diomedes Bocanegra Irigoín**

**Secretario**

**Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez**

**Vocal**

**Dr. Gilberto Chávez Santacruz**

**Patrocinador**

El acto de Sustentación fue autorizado por DECRETO N° 112-2022-VIRTUAL-D-FAG, con fecha 20 de junio del 2022.

La tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **VENTURA SUCLUPE JUAN JOSÉ**, tuvo una duración 1:45 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 16.25 en la escala vigesimal, con mención

**BUENO**

Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y la Normatividad vigente de la Facultad de Agronomía y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:00 am., se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

**Ing. M. Sc. Eduardo Exequiel Deza León**  
**Presidente**

**Ing. Diomedes Bocanegra Irigoín**  
**Secretario**

**Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez**  
**Vocal**

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
**Patrocinador**

## Declaración jurada de Originalidad

Yo, **Juan José Ventura Suclupe** investigador principal y **Gilberto Chávez Santa Cruz** asesor del trabajo de investigación “**Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Súper maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque - 2020**”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, junio del 2022

---

**Juan José Ventura Suclupe**  
Autor

---

**Dr. Gilberto Chávez Santa Cruz**  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, el amigo fiel que nunca falla, el amigo incondicional que ilumina mi camino y me acompaña día a día. A él por permitirme concluir este proyecto de manera satisfactoria.

A **mis padres y familiares** quienes han sido parte fundamental para realizar esta tesis, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este sueño anhelado

A **mis hermanos**, por su amor fraternal, paciencia, permanente apoyo y por permitirme compartir a su lado alegrías desbordantes y momentos de felicidad.

Juan José Ventura Suclupe

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a dios a las ganas de trasmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha rígado, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Juan José Ventura Suclupe

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>I. DISEÑO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 MARCO TEÓRICO	18
1.2.1. LA PLANTA DE MAÍZ	18
1.2.2. ESTADO DE CRECIMIENTO	18
1.2.3. ESTADO DE DESARROLLO VEGETATIVO	19
1.2.4. ESTADO DE DESARROLLO REPRODUCTIVO Y DEL GRANO	21
1.2.5. MORFOLOGÍA	23
1.2.6. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	24
1.2.7. EXIGENCIAS DE SUELO	24
1.2.8. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN MAÍZ	24
1.2.9. RASTROJO DE MAÍZ	30
1.2.10. COMPOSICIÓN DEL RASTROJO DE MAÍZ	30
1.2.11. RASTROJO EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO	31
1.2.12. VARIABLES	34
1.2.13. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>35</b>
2.1. ÁREA EXPERIMENTAL	35
2.1.1. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	35
2.1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	36
2.1.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	38
2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL: CARACTERÍSTICAS DEL HÍBRIDO SIMPLE ‘SÚPER MAÍZ’.	40
2.3. EQUIPOS, INSUMOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	40
2.3.1. EQUIPOS:	40
2.3.2. INSUMOS:	41
2.3.3. HERRAMIENTAS:	41
2.3.4. MATERIALES:	41
2.4. DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL	41
2.4.1. TRATAMIENTO EN ESTUDIO	41
2.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	41
2.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	42
2.5. CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL	43
2.5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.	43
2.5.2. SEMILLA.	44
2.5.3. FERTILIZACIÓN.	44

2.5.4. RIEGO.	44
2.5.5. CONTROL DE MALEZAS.	44
2.5.6. COSECHA.	45
2.6. PARÁMETROS EVALUADOS	45
2.6.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PLANTA.	45
2.6.2. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL SUELO.	45
2.6.3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS NUTRIENTES DEL RASTROJO.	45
2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS	45
2.8. COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	47

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIONES** **48**

---

3.1. PRUEBA DE LOS SUPUESTOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	48
3.1.1. CONTRASTE DE NORMALIDAD DE LOS DATOS	48
3.1.2. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	49
3.2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE NPK	51
3.2.1. CONTENIDO DE NITRÓGENO	51
3.2.2. CONTENIDO DE FÓSFORO	53
3.2.3. CONTENIDO DE POTASIO	55
3.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO	59
3.4. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL SUELO	60
3.5. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS NUTRIENTES DEL RASTROJO.	63

### **IV. CONCLUSIONES** **65**

---

### **V. RECOMENDACIONES** **66**

---

### **VI. REFERENCIAS** **67**

---

### **ANEXOS** **71**

---

1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE NPK	71
1.1. CONTENIDO DE NITRÓGENO (N)	71
1.2. CONTENIDO DE FÓSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	71
1.3. CONTENIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	72
2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO. SECTOR EL CARMEN, CASERÍO EL CARRIZO – LAMBAYEQUE, 2019.	74
3. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HOJA	75
4. RESULTADO DE ANÁLISIS DE TALLO	77
5. RESULTADO DE ANÁLISIS DE PANCA	79
6. LAMINAS FOTOGRÁFICAS	81
7. FENOLOGÍA DEL MAÍZ EN EMBRAPA	85

**“Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Súper maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque - 2020”**

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en el sector El Carmen, caserío El Carrizo, distrito y provincia de Lambayeque a una altitud de 20 msnm, durante el periodo de octubre del 2019 a marzo del 2020, ubicado geográficamente dentro de las coordenadas 6° 43' 34" de latitud sur y 79° 46' 49" de longitud oeste. El objetivo principal fue cuantificar los tenores de N-P-K por unidad de peso, determinar y comparar el contenido de macro y micronutrientes con la bibliografía, determinar la concentración nutricional del suelo y valorar económicamente los nutrientes del rastrojo del híbrido simple ‘Súper maíz’. La investigación fue experimental, se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 10 repeticiones y tres tratamientos, se tomaron muestras de 100 gramos en plantas de rastrojo después de la cosecha tanto del tallo, hojas y la panca que envuelve a la mazorca, para enviar a laboratorio. Se encontró en promedio un contenido de 0.52, 0.26 y 0.17 gramos de nitrógeno; 0.03, 0.02 y 0.36 gramos de fósforo y 0.43, 0.19 y 0.36 gramos de potasio en hojas, panca y tallo respectivamente en 100 gramos de muestra, se valoró los tenores de NPK en una hectárea de rastrojo, dando un mínimo de 17.48 N - 14.00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 21.17 K<sub>2</sub>O, valorando con precios de fertilizante a precios del 2022, un valor promedio de 148.55 dólares americanos. Valor que se aprovecharía si se aplica la labranza de conservación; además, de los microelementos y los beneficios de la materia orgánica tendría un impacto beneficioso para el capital maicero.

***PALABRAS CLAVES:*** *Rastrojo de maíz, nutrientes, labranza de conservación.*

**“Content of N-P-K in the stubble of the simple hybrid ‘Super corn’ in the El Carmen  
Lambayeque sector - 2020”**

**ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the El Carmen sector, El Carrizo hamlet, district and province of Lambayeque, at an altitude of 20 meters above sea level, during the period from October 2019 to March 2020, geographically located within the coordinates 6° 43' 34” south latitude and 79° 46' 49” west longitude. The main objective was to quantify the contents of N-P-K per unit weight, determine and compare the content of macro and micronutrients with the literature, determine the nutritional concentration of the soil and economically value the nutrients of the stubble of the simple hybrid 'Super corn'. The research was experimental, the experimental design of Random Complete Blocks with 10 repetitions and three treatments was used, samples of 100 grams were taken in stubble plants after harvesting both the stem, leaves and the panca that surrounds the cob, to send to the laboratory. An average content of 0.52, 0.26 and 0.17 grams of nitrogen was found; 0.03, 0.02 and 0.36 grams of phosphorus and 0.43, 0.19 and 0.36 grams of potassium in leaves, panca and stem respectively in 100 grams of sample, the NPK content was evaluated in one hectare of stubble, giving a minimum of 17.48 N - 14.00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 21.17 K<sub>2</sub>O, valuing with fertilizer prices at 2022 prices, an average value of 148.55 US dollars. Value that would be exploited if conservation tillage is applied; In addition, the microelements and the benefits of the organic matter would have a beneficial impact for the maize capital

**KEY WORDS:** *Corn stover, nutrients, conservation tillage.*

## INTRODUCCIÓN

Las persistentes condiciones de sequía en los principales países productores de maíz, han llevado a recortar en 29,3 millones de toneladas (FAO, 2021). En Latinoamérica se necesita importar maíz especialmente de México que consume 15 millones de toneladas al año. El Perú para satisfacer las necesidades de la industria avícola, se tiene que importar más de 3.6 millones de toneladas (Chávez, 2021), necesitándose más de 5 millones de toneladas anuales para satisfacer nuestro autoconsumo.

En el Perú los rendimientos son bajos debido a factores genéticos y ambientales, donde el manejo es fundamental para el incremento de la productividad. Los agricultores de costa norte usan el sistema de labranza convencional (aradura, rastrado y surcado) no haciendo incorporación de restos de cosecha; por lo tanto, pierden la oportunidad de mejorar paulatinamente sus suelos. El rastrojo de maíz, conformado por la biomasa que queda después de la cosecha del grano, posee nutrientes provenientes de la cosecha anterior, tiene nutrientes en abundancia y que son eliminados no dándoles el uso adecuado y en la mayoría de los casos son quemados o vendidos a bajo precio; por lo que, es necesario conocer la cantidad de nutrientes (N-P-K) elementos que deben ser revertidos al suelo, de no hacerlo dichos suelos cada vez son más pobres y menos productivos. Las prácticas realizadas por la civilización Maya, Azteca e Inca, empleaban el sistema de labranza de conservación donde valoraban los rastrojos y lo incorporaban al suelo donde tenían una ganancia en soles (Quero, 2014), las prácticas inadecuadas que realizan los agricultores, pierden dinero por el desconocimiento del valor nutritivo que tienen sus rastrojos, ya que al ser incorporados al suelo mejoran la productividad de los cultivos, evitando la pérdida de agua y la insolación directa a los suelos, ya que con una mayor cantidad de materia orgánica, se economiza en el uso de fertilizantes, combustibles y mejoran la estructura del suelo, trayendo consigo una mayor mineralización de la materia orgánica. Para ello se debe picar el rastrojo, colocarles algunos microorganismos para facilitar la descomposición y mejorar la relación C/N, por lo cual se debe limitar las prácticas de labranza convencional (Restrepo, 2013), para que los suelos sean más productivos apostando por la labranza de conservación donde los rendimientos son cada vez mayores (Cruz, 2018) y de mejor calidad de los productos, actualmente la población de Europa, Norte América y África sufren

deficiencia de minerales en los suelos y en sus cuerpos, ya que la rutina es sembrar, cosechar y no reincorporar nutrientes.

La actividad maicera genera una gran cantidad de productos de rastrojo, los mismos que son poco valorados y consecuentemente mal utilizados; muchos de ellos se convierten en un problema ambiental por la quema de los mismos. Los rastrojos de las gramíneas como maíz y arroz constituyen un potencial importante en la alimentación de rumiantes y que no son aprovechados adecuadamente.

A nivel mundial la producción de maíz es de 3,333 millones de toneladas, esto representa el 50% del peso total de la biomasa, que en la mayoría de los casos no se da un uso adecuado al rastrojo. En Estados Unidos, la hoja de maíz es considerada como desecho para los productores de maíz, por lo que el habitante norteamericano no le da uso alguno, ni siquiera como alimento para ganado. A nivel latino americano la situación es semejante incluso el porcentaje de la biomasa seca es ligeramente mayor al 50%.

En nuestro país, el rastrojo no se le da uso adecuado, incluso se quema, causando problemas ambientales. Se conoce que en el rastrojo se encuentra el 60-70% de los nutrientes que se aplicó en la fertilización de la campaña anterior; por lo que, estos productos deben incorporarse a los propios suelos, para evitar un desbalance nutricional; por tal razón, el presente trabajo de investigación nos conllevó a formular los siguientes objetivos:

1. Cuantificar los tenores N-P-K en el rastrojo del híbrido simple 'Súper maíz' en el sector El Carmen Lambayeque, durante la campaña agrícola 2020.
2. Determinar la concentración nutricional del suelo en el sector el Carmen, caserío El Carrizo, región Lambayeque.
3. Valorar económicamente los nutrientes del rastrojo del híbrido simple 'Super maíz' en el sector El Carmen, caserío El Carrizo, región Lambayeque.

# I. DISEÑO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes

(Carlos et al., 2015), plantea alternativas a la quema de rastrojos de maíz, para el manejo de residuos de maíz, el picado y la incorporación de rastrojos de este cultivo al suelo, es una alternativa interesante utilizada por un gran porcentaje de agricultores chinos (Cruz) y otras regiones de América, algunos de los cuales se encuentran entre los más productivos del país, superando en algunos casos las 30 t/ha, entre las más altas del mundo de 10 a 15 años. Al consultar con agricultores que lograron altos rendimientos sobre los beneficios del picado e incorporación de sus rastrojos al suelo, algunos señalaron: “En los primeros años, nuestra producción disminuyó levemente, quizás debido al uso de nitrógeno del suelo necesario para la descomposición de los residuos. Pero a lo largo de los años hemos aumentado la producción, ya que encontramos un suelo más fértil para arar y rastra, así como el hecho de que la fertilidad del suelo aumenta constantemente, ya que hay más nutrientes disponibles para la planta” y su efecto en sus propiedades físicas, lo que resulta en mayores rendimientos de los cultivos. Al consultar a los productores que han alcanzado los altos rendimientos indicados, sobre las ventajas que les ha significado el picado e incorporación de sus rastrojos al suelo, algunos de ellos han señalado “en los primeros años tuvimos una ligera baja de rendimientos, que se puede atribuir al uso de nitrógeno del suelo requerido para la descomposición de los residuos. Pero con el paso de los años fuimos cada vez aumentando los rendimientos, donde nos fuimos encontrando con un suelo más esponjoso para las labores de aradura y rastraje, sumado al hecho que fue aumentando sostenidamente la fertilidad del suelo, porque existía mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos” y su efecto sobre las características físicas del mismo, que se traduce en un aumento de los rendimientos del cultivo.

(Wei, 2015) realizó un estudio para evaluar el efecto de diferentes dosis de rastrojos (0, 3000, 6000 y 9000 kg/ha) sobre la disponibilidad de nutrientes y la actividad enzimática en zonas semiáridas de China. Además, se adicionó una dosis de fertilizantes con contenido de nitrógeno, fosforo y potasio en todos los ensayos realizados. En este estudio se observó un aumento importante en el contenido de nutrientes, carbono orgánico del suelo y carbono

lábil, así como un incremento en la actividad enzimática (ureasa, fosfatasa e invertasa) y en el rendimiento del cultivo en función de las dosis de rastrojos utilizadas.

(Cerrilla, *et al.*, 2012), estudió la utilización de rastrojo de maíz tratado con urea y el suministro de metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. Treinta y dos borregos criollos, machos de  $20 \pm 5$  kg de peso y dos meses de edad, fueron asignados al azar en cuatro tratamientos: 1) 70% de rastrojo de maíz sin tratar (RM) y 30% de concentrado (RST); 2) 70% de rastrojo tratado con urea (4 kg de urea diluida en 20 litros de agua/100 kg de rastrojo) (RU) y 30% de concentrado (RTU); 3) RST más metionina protegida (RST + Met) y 4) RTU + metionina protegida (RTU + Met). No se encontraron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos en consumo diario de alimento ni en ganancia diaria de peso, así como tampoco en la digestibilidad de la materia seca, orgánica y proteína cruda. No obstante, el tratamiento de rastrojo con urea aumentó la digestibilidad.

La quema de rastrojos tiene grandes inconvenientes, entre los que se encuentra el aumento de la erosión al dejar la superficie del suelo completamente expuesta, aumentando así el efecto directo de las gotas de lluvia contra el suelo. La erosión del suelo puede superar las 100 toneladas por hectárea al año de pérdida de suelo, la que afecta principalmente a la capa más fértil (los primeros 20 centímetros del perfil), pero al dejar una porción del rastrojo en superficie, este valor disminuye considerablemente (Taladriz y Schwember, 2012). Desde una perspectiva agrícola, la quema de rastrojo afecta negativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que reduce significativamente la biomasa microbiana y el contenido de materia orgánica del suelo, lo que resulta en una reducción de la fertilidad del suelo (Taladriz y Schwember, 2012). Al realizar quema de rastrojos se desaprovecha del 98 a 100% del nitrógeno contenido en el residuo de cosecha, 20 a 40% del fósforo y potasio; y 70 a 90% del azufre, esto sin considerar las pérdidas posteriores por arrastre de las cenizas por viento. Se afecta al ecosistema, ya que disminuyen significativamente las poblaciones de agentes bióticos del área quemada como las lombrices, dado que una parte de los organismos muere directamente por acción del fuego, y otra parte por falta de alimento (Taladriz y Schwember, 2012).

En un estudio realizado sobre el impacto que generan las quemas, se estima que la quema de biomasa (tallos, hojas, subproductos agrícolas, etc.) produce un 40% de dióxido de carbono, un 20% de material particulado, un 50% de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y un 32% de monóxido de carbono emitido para todo el mundo (Kambis, AD y Levigne, JS, 1996). Además, la quema de subproductos agrícolas contribuye a una mayor producción de gases de efecto invernadero (GEI), exportando carbono del suelo a la atmósfera en forma de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>. Un efecto menos conocido, pero también muy importante, es que la quema de CO<sub>2</sub> también genera otros gases de efecto invernadero; el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (Ruíz y otros, 2015).

Desde el punto de vista de la salud pública, las quemas han sido ampliamente cuestionadas debido a la liberación de contaminantes potencialmente carcinógenos y relacionados con enfermedades respiratorias, tal como ha sido documentado por diversos autores (Boopathy et al., 2002; Ribeiro, H. 2008). Otra clase importante de contaminantes generados durante la combustión son las dioxinas y furanos, los cuales son producidos por las condiciones de combustión, dependiendo del contenido de cloro de los plaguicidas en este tejido (CCA, 2014). Estudios en esta área han demostrado que las emisiones de dioxinas aumentan unas 150 veces cuando se incineran residuos de biomasa tratados con herbicida 2,4-D (Muñoz, et al., 2012). Esto es preocupante, si se considera que a las dioxinas se le atribuye efectos cancerígenos, para la salud humana.

Quirós, R. & Ramírez, C. (2006), estudiaron el efecto de rastrojos en el nitrógeno de biomasa microbiana en un agroecosistema arrocerero inundado. Del año 2002 al 2004 se investigó en un agroecosistema arrocerero inundado a fin de evaluar cambios en la actividad de la biomasa microbiana y su contenido de nitrógeno “N”, durante cuatro ciclos consecutivos del cultivo. Se comparó la tendencia del contenido de nitrógeno de la biomasa microbiana “NBM” en los sistemas siembra directa sobre rastrojos “SDR” y labranza mecanizada convencional “LMC”. Durante el tercer ciclo de arroz se evaluó el efecto de los rastrojos de mucuna “Mucuna deeringiana (Bort.) Merr”; se comparó la materia orgánica del suelo “MOS” y el NBM. Adicionalmente, durante el cuarto ciclo de arroz del estudio, fueron contrastados cambios en la actividad de la biomasa microbiana en tres diferentes etapas de crecimiento

del cultivo. En los primeros 5 cm del perfil del suelo la cantidad de NBM siempre fue mayor en SDR. En esta capa del suelo, la combinación de rastrojos de arroz acumulados durante tres ciclos con rastrojos de mucuna del ciclo previo, permitió una mayor estratificación de la MOS. Se observó un incremento de la MOS de 2,3 a 4,1%, mientras que el NBM fue casi cuatro veces mayor. La respiración de los microorganismos del suelo y la mineralización del N fue afectada principalmente por la presencia continua de una lámina de agua sobre el suelo. Se concluyó que la SDR es un sistema capaz de complementar la fertilización química e incrementar los rendimientos del arroz mediante la gradual liberación de N y otros nutrimentos derivados de la descomposición de los rastrojos.

Fuentes *et al.*, (2006), realizó un análisis químico y digestibilidad “*in vitro*” de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). Este experimento se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento físico y químico en la composición química y digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) de rastrojo de maíz sometido a dichos tratamientos. Setenta y cinco pancas de rastrojo de maíz (25 molidas, 25 picadas y 25 enteras) fueron tratadas con 4% de amoníaco anhidro ( $\text{NH}_3$ ) con base en el peso seco durante cuatro semanas. El mismo número de pancas con igual tamaño de partícula permaneció sin tratar con  $\text{NH}_3$ . Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 (cero y cuatro %  $\text{NH}_3$  y tres tamaños de partícula). Se observó un decremento en la cantidad de materia seca a medida que el tamaño de partícula aumentó. El incremento en el porcentaje de proteína cruda en el rastrojo tratado molido, picado y entero fue de 110, 116 y 91 unidades mayor respecto al rastrojo sin tratar. El extracto etéreo se vio incrementado por la amonificación en promedio 7.3% con respecto al rastrojo sin tratar. El contenido de cenizas se incrementó en promedio 6,0% con la amonificación. El  $\text{NH}_3$  disminuyó los valores de fibra en 20,0; 7,0 y 7,7% para forraje molido, picado y entero, respectivamente. En lo que respecta a la fibra ácido detergente se observó un decremento de 7,17; 12,83 y 11,42% para el rastrojo molido, picado y entero, respectivamente, en relación al rastrojo sin tratar. La DIVMS y DIVMO se incrementaron con el tratamiento con  $\text{NH}_3$ .

El uso de rastrojos como cobertura vegetal de los suelos es una alternativa viable a la quema de rastrojos en la agricultura. Esta práctica consiste en dejar sobre el terreno los residuos de la cosecha. Los rastrojos pueden ser previamente picados antes de ser dispersos en el suelo, sin ser incorporados, generando una capa de material. Este manejo de rastrojos ha sido ampliamente utilizado en conjunto con la labranza de conservación o la labranza mínima (Panigatti, 2001).

En los cereales, el uso del arado de vertedera permite incorporar los rastrojos que quedan después de la cosecha (panoja o limbos, hojas, corontas, tallos, y raíces). Esta labor es necesaria para facilitar la descomposición de ellos en el suelo, favoreciendo la producción de materia orgánica, y con ello una mejora en las propiedades físicas, químicas, y biológicas del mismo (Panigatti, 2001).

La incorporación se hace con rastra, implemento compuesto por dos corridas de discos dentados, con resortes, para trabajo en terrenos pedregosos, y con un rodillo trasero para romper terrones y emparejar la labor realizada. La incorporación de rastrojos, ha permitido incorporarlos en forma más superficial, entre 12 a 15 cm, por lo cual se facilita la descomposición de ellos, por la mayor acción de los microorganismos descomponedores y mayor concentración de oxígeno en el suelo, considerando que la mayoría estos microorganismos son aeróbicos (Panigatti, 2001).

Quizhpe Juela Gabriela (1998), menciona que los objetivos de su trabajo de investigación fueron realizar la disposición segura de la chala, mediante la utilización de un sistema favorable al medio ambiente, similar al que ocurre naturalmente donde las bacterias producen la descomposición de los rastrojos que llegan al suelo, sin humos ni olores que afecten la atmósfera y a la comunidad. Con la descomposición de los rastrojos se busca restituir al suelo parte de los elementos extraídos, mejorar las propiedades físicas y químicas de suelos de bajo potencial, mejorar la disponibilidad de nutrientes y disminuir el uso de fertilizantes inorgánicos.

Quizhpe Juela Andrea Gabriela (1998). Realizó una investigación para determinar el efecto

del tratamiento químico y biológico del rastrojo de maíz sobre su fracción fibrosa". Las muestras se tomaron en el cantón Gonzanamá, el experimento se desarrolló en la finca experimental "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja, el mismo que consistió en: control T<sub>0</sub>, rastrojo de maíz picado; T<sub>1</sub> rastrojo de maíz picado + 1,5% de urea + 1,5% melaza y T<sub>2</sub>, rastrojo de maíz picado + 1,5% urea + 1,5 % melaza + 10% inocular ruminal. Las variables evaluadas fueron: proteína cruda y verdadera; fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácido (LDA), hemicelulosas y celulosa. Los tratamientos se fermentaron aeróbicamente por 25 días. Los resultados logrados fueron: la composición química de los tratamientos no reportó diferencias estadísticas y cuyos valores medios logrados son de 34,4; 2,98; 39,3 y 42,3 % en materia seca, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno respectivamente. La proteína cruda, se incrementó respecto al control en 70 % y 80 % en los tratamientos solo con urea y urea más contenido ruminal respectivamente y entre los dos no se observó diferencia significativa. La FDA no presentó diferencias estadísticas y alcanzó un promedio de 39,26%. La FDN presentó diferencia entre el control y el tratamiento con urea más contenido ruminal, existiendo una disminución del 11% con respecto al testigo; entre el testigo y el tratamiento con urea no existió diferencia, así como tampoco entre los tratamientos con urea y urea más contenido ruminal. La hemicelulosa, se observaron los valores más altos (P=0,02) en el rastrojo sin tratamiento (T<sub>0</sub>); mientras que los más bajos (12,5% menos que el T<sub>0</sub>) se lograron en el rastrojo picado con urea y contenido ruminal. Lo alcanzado permite concluir que la inclusión de urea y urea más contenido ruminal en el rastrojo de maíz durante 25 días de fermentación, mejora el contenido nutricional del mismo; incrementando el nivel de proteína y reduciendo el nivel de fibra.

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1. La planta de maíz

El maíz es una especie de gramínea, con una estructura básica típica de esta familia caracterizada por poseer un tallo formado por nudos y entrenudos, con hojas lanceoladas que crecen alternativamente en cada uno de los nudos. El maíz es un cultivo alógama o de polinización cruzada por lo que sus poblaciones son altamente heterogéneas, genética y fenotípicamente. La planta es monoica, es decir que posee sus estructuras reproductivas en la misma planta, pero en forma separada. La inflorescencia femenina o mazorca y la inflorescencia masculina o panoja, presenta también protandia, es decir, que la floración masculina se produce antes que la floración femenina. Genéticamente, el maíz es una especie diploide con un número básico de 10 cromosomas, lo que significa que cada célula de la planta de maíz posee 20 cromosomas, a excepción de las células reproductivas (INIA, 2009).

#### **Clasificación botánica:**

Reino : Plantae  
Clase : Liliopsida  
Orden : Ciperales  
Familia : Poaceae  
Tribu : Maydae  
Género : Zea  
Especie : Zea mays L.

### 1.2.2. Estado de crecimiento

El desarrollo de una planta de maíz se inicia con la germinación y cesa con la formación de la llamada “capa negra” en el grano. Durante el mismo se pueden distinguir dos etapas cuyo punto de distinción es el inicio de la floración. La primera etapa es la del crecimiento vegetativo (V) y la aparición de cada hoja determina el estado respectivo, es decir, el estado V1 corresponde a la aparición de la primera hoja, y así sucesivamente. La segunda etapa es la reproductiva (R) y cada estado de desarrollo está relacionado al estado de maduración del grano (INIA, 2009).

La descripción de cada estado de desarrollo ha sido tomada del Reporte Especial N° 48 de la Universidad del Estado de Iowa en los Estados Unidos de América, y corresponde a una planta de un maíz híbrido, que posee 20 hojas, que llega a la floración a los 65 días y madura a los 125 días. El patrón de desarrollo descrito es similar a toda planta de maíz y lo único que varía es el intervalo entre estados de desarrollo, que está condicionado al tipo de variedad, ciclo vegetativo y ambiente en que crece.

### **1.2.3. Estado de desarrollo vegetativo**

#### **Germinación y emergencia (VE)**

La semilla, una vez que encuentra condiciones adecuadas de temperatura y humedad, inicia su germinación. A las 24 horas, lo primero en crecer es la radícula; luego el coleóptilo 24 horas después, y más tarde las raíces seminales. El mesocotilo crece elevando al coleóptilo, y una vez que alcanza la superficie y entra en contacto con la luz solar, deja de crecer y se abre para dejar paso al coleóptilo. El punto de crecimiento (ápice del tallo) se ubica 2.5 - 3.8 cm bajo la superficie. Comienza la emergencia de las hojas embrionarias y cesa el crecimiento de la radícula y raíces seminales, a la vez que se inicia el crecimiento de raíces nodales a la altura del punto de crecimiento. En V1, las raíces nodales inician su alargamiento desde el primer nudo. Se desarrollan raíces hasta el séptimo y decimo nudo. Se forman los primordios de las nuevas hojas, una después de otra, cada 60 horas aproximadamente. (INIA, 2009).

#### **Estado V3 (Vegetativo hoja 3)**

El punto de crecimiento sigue debajo de la superficie. Crecen los pelos radiculares de las raíces nodales, y ha cesado el crecimiento del sistema de raíces seminales. Se inicia la diferenciación de todas las hojas y mazorcas que tendrá la planta, lo que se completa al comienzo del estado V5, iniciándose luego la formación de la panoja en el ápice del tallo, que está prácticamente al nivel de la superficie del suelo, aun cuando la planta ya tiene alrededor de 20 cm. En este estado, la planta de maíz no debe tener competencia de malezas ni recibir riegos pesados, que puede ahogar a la plántula (INIA, 2009).

### **Estado V6 (Vegetativo hoja 6)**

El punto de crecimiento y la panoja ya están sobre la superficie del suelo, y el tallo inicia un periodo de rápido alargamiento. Las raíces nodales son ya el principal sistema de raíces, formándose raíces del 3ro y 4to nudo. La planta inicia un periodo de rápido crecimiento, por lo que se necesita observar si se presentan deficiencias de micronutrientes, y señales de daños de insectos. Es necesario aplicar nitrógeno al lado de la planta, hasta antes del estado V8, en suelo húmedo (INIA, 2009).

### **Estado V9 (Vegetativo hoja 9)**

Se desarrollan retoños de mazorcas de cada nudo encima del suelo, excepto en los 6 u 8 nudos debajo de la panoja. La panoja inicia un crecimiento rápido y el tallo continúa su rápida elongación. Por V10, el tiempo de aparición de nuevos estado foliares se acorta, cada 2 o 3 días. Cerca de V10, la planta incrementa muy rápido la acumulación de nutrientes, que continúa hasta los estados reproductivos. La demanda de agua y nutrientes es muy grande (INIA, 2009).

### **Estado V12 (Vegetativo hoja 12)**

El número de óvulos (granos potenciales) y el tamaño de la mazorca están siendo determinados y ya se estableció el número de hileras, pero aun no el número de granos/hilera (lo que ocurre hasta una semana antes de la floración - V17). El retoño de la mazorca superior es aún más pequeño que la segunda. Deficiencias de nutrientes y humedad causan reducción del número potencial de semillas y el tamaño de la mazorca cosechada (INIA, 2009).

### **Estado V15 (Vegetativo hoja 15)**

La planta está a 10-12 días del estado R1. Este estado inicia el periodo más crucial para el rendimiento de grano. El tamaño del retoño de la primera mazorca ya es más grande que las demás. Las hojas finales aparecen con uno o dos días de intervalo. Comienza el crecimiento

de los estigmas. La punta de la panoja también puede ser visible. En V17, la punta de la mazorca superior se hace visible, esta es la época más crítica del cultivo en demanda de agua. Estrés de agua dos semanas antes y dos después de la floración, reduce significativamente el rendimiento, más que en cualquier otro estado (INIA, 2009).

### **Estado V 18 (Vegetativo hoja 18)**

La planta está a una semana de floración. El desarrollo de la mazorca continúa rápidamente. Las raíces nodales aéreas están creciendo de los nudos encima del suelo. El estrés de agua retarda el desarrollo del óvulo y de la mazorca, más que el de la panoja. (INIA, 2009).

### **Estado VT (vegetativo panoja), T=tassrl**

Se inicia al hacerse visible la última ramificación de la panoja y la planta alcanza su tamaño máximo. Se inicia la antesis, que se extiende por una a dos semanas. Durante ese período todos los pistilos deben estar fuera para ser polinizados (INIA, 2009).

## **1.2.4. Estado de desarrollo reproductivo y del grano**

### **Estado R1 (reproductivo 1) – Aparición de estigmas**

Los estigmas no aparecen al mismo tiempo; los primeros que se hacen visibles fuera de la mazorca, provienen de la base del raquis de la misma. Toda la superficie de los estigmas son receptivos al grano de polen, al cual le proporcionan humedad para que germine y nutrientes para su crecimiento. El estrés ambiental, especialmente la falta de humedad, causa pobre polinización y pobre desarrollo del grano. En 2 – 3 días todos los pistilos (estigmas) se exponen y son polinizados. El grano de polen, una vez que germina, tarda 24 horas en fertilizar los óvulos. En este estado, se determina el número de óvulos que serán fertilizados, los no fertilizados degeneran. El germen o embrión no es visible a la disección. Las brácteas (panca) logran su tamaño máximo entre R1 y R2 (INIA, 2009).

### **Estado R2 (reproductivo 2) – Ampolla**

Ocurre alrededor de 10 – 14 días después de floración. El endosperma es un fluido claro y el embrión puede verse al disectar el grano. Ya se ha formado la radícula, el coleóptilo y la primera hoja embrional. La mazorca ya alcanzó o está muy cerca de su máximo tamaño. Los estigmas comienzan a ponerse oscuros y a secarse. Se inicia la acumulación de almidón, y los granos inician una rápida acumulación de materia seca. Comienza la rápida traslocación de nutrientes de las partes vegetativas. Los granos tienen 85% de humedad (INIA, 2009).

### **Estado R3 (reproductivo 3) – Lechoso**

Ocurre 18-22 días después de floración. Se nota el color amarillo del grano, y el fluido interior está lechoso. El grano está en un período rápido de acumulación de materia seca y tienen 80% de humedad. La división celular ya se completó dentro del endosperma, por lo que el crecimiento es por expansión celular y llenado de almidón. El embrión crece rápidamente. Los estigmas ya están marrones y secos (INIA, 2009).

### **Estado R4 (reproductivo 4) – Pastoso**

Ocurre 24 – 28 días después de floración. Continúa la acumulación de almidón, haciendo pastoso el endosperma. Ya se han formado cuatro hojas embrionarias y el embrión ha ganado mucho tamaño. A la mitad de R4 los granos en las hileras comienzan a estrecharse. Justo antes de R5 los granos comienzan a dentarse (secarse en la parte superior). La quinta y última hoja embrionaria, y las raíces seminales laterales se han formado. Los granos tienen 70% de humedad (INIA, 2009).

### **Estado R5 (reproductivo 5) – Dentado**

Ocurre 35 – 42 días después de floración. Los granos ya están todos dentados, y la tusa adquiere su color final. Los granos empiezan a perder humedad, comenzando de la parte superior del grano y hacia abajo. Al lado opuesto del embrión, se observa la “línea lechosa”,

que separa la porción húmeda y seca del endosperma. La falta de humedad causa reducción del tamaño de grano en este estado. Al inicio de R5 la humedad del grano es 55% (INIA, 2009).

### **Estado R6 (reproductivo 6) – Madurez fisiológica**

Ocurre 55 – 65 días después de la floración. El estado R6 se alcanza cuando los granos tienen el máximo de materia seca o máximo peso. Formación de la capa negra. El contenido de humedad del grano esta entre 30 – 35% (INIA, 2009).

#### **1.2.5. Morfología**

**Raíz.** La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta, sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos (acame).

**Tallo.** El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

**Hojas.** Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta.

**Inflorescencia.** Es una planta monoica de flores unisexuales; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta:

La inflorescencia masculina es terminal y se le conoce como panícula, panoja, espiga y miahuatl en náhuatl, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del

eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen.

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen.

**Granos.** En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.

#### **1.2.6. Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo de maíz requiere una temperatura óptima de 25 °C a 30 °C. Requiere bastante incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C (Zambrano y Villavicencio, 2009).

#### **1.2.7. Exigencias de suelo**

El maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelo; pero prefiere suelos con pH entre 6 a 7. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular (INIA, 2009).

#### **1.2.8. Importancia de la fertilización en maíz**

Restrepo (2013), indica que las plantas necesitan macronutrientes y micronutrientes. Refuta a Justos von Liebig quien indicó que solo son importantes N-P-K, y apoya a lo sostenido por

Hansen quien indica que además del NPK necesitan micronutrientes que son fundamentales para la salud humana, indicando que los suelos son pobres en selenio, cromo y vanadio

### **Nitrógeno**

INTAGRI (2016) las raíces de las plantas toman el nitrógeno del suelo en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la mayoría de los suelos la acción de bacterias nitrificantes hace que los cultivos absorban en su mayoría  $\text{N-NO}_3^-$

### **Fosforo**

Las raíces absorben fósforo principalmente en forma de ion ortofosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), o como ortofosfato secundario ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). En el caso de estos aniones, el pH influye enormemente en la proporción con la que son absorbidos por la planta (Fernández, 2007).

### **Potasio**

Las plantas absorben el potasio en su forma iónica,  $\text{K}^+$ . En la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de  $\text{CO}_2$ . En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). <https://www.google.com/>

Tabla 1.

*Clasificación de los nutrientes vegetales.*

<b>Elemento nutritivo</b>	<b>Absorción</b>	<b>Función bioquímica</b>
1er grupo C, H, O, N, S	En forma de $\text{CO}$ , $\text{HCO}$ ; $\text{HO}$ , $\text{O}$ , $\text{NO}$ , $\text{NH}$ , $\text{N}_2$ , $\text{SO}_2$ , $\text{SO}_3$ . Los iones de la solución de suelo y los gases de la atmosfera.	Constituyentes primarios del material orgánico, elementos esenciales de grupos atómicos implicados en procesos enzimáticos. Asimilación por reacciones oxidorreducción
2do grupo P, B, Si.	En forma de fosfatos, ácido bórico o boratos,	Esterilización con grupos alcohol de las plantas. los esterres de fosfatos están implicados en

	los silicatos de la solución del suelo.	reacciones de transferencia de energía
3er grupo K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	En forma de iones de la solución de suelo	Funciones no específicas que establecen potenciales osmóticos, reacciones más específicas donde el ion efectúa la conformación optima de una enzimo_proteina (activación enzimática) enlace de participantes de reacciones, balanceo de aniones. controladores de la permeabilidad de membrana y electro potenciales
4to grupo Fe, Cu, Zn, Mo	En forma de iones o quelatos de la solución de suelo.	Presentes predominantes en forma de quelatos incorporado a grupos prostéticos. permiten el transporte de electrones por cambio de valencia

Fuente Mengel Konrad Konrad y Ernest A. Kirkby (2000)

<file:///H:/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf>

Las etapas más importantes para absorción de nutrientes en el maíz son durante el estiramiento del tallo (V6 a floración).

Solo en el caso de usar un pivote para fertiirrigación, todo el fertilizante tiene que ser aplicado antes de esta etapa por cuestiones de altura y densidad del cultivo, como más adelante suele ser difícil poder entrar al campo con maquinaria convencional.

Cifras de absorción y remoción de nutrientes varía de acuerdo a la especie del cultivo. Las diferencias de absorción/remoción de nutrientes entre maíz para grano y maíz para ensilaje se tienen que considerarse al hacer el programa de fertilización del siguiente cultivo. La utilización de nutrientes puede también variar mucho entre las diferentes variedades.

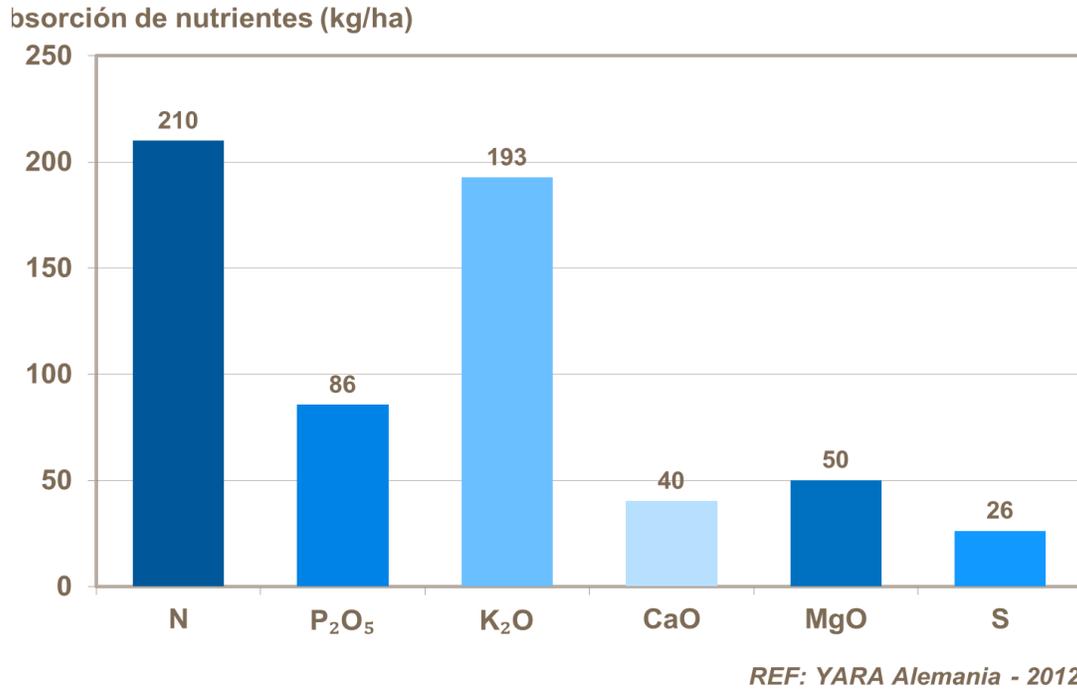


Figura 1. Absorción de macronutrientes en kg/ha para un rendimiento de 7.0 t/ha de maíz grano.

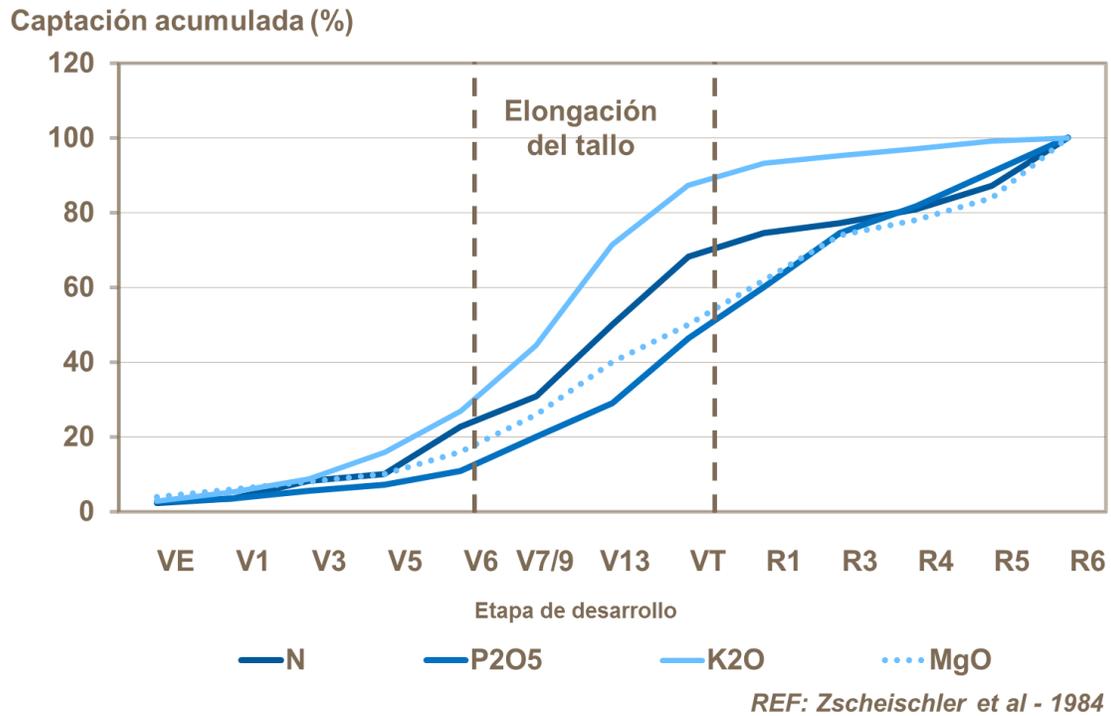


Figura 2. Absorción de macronutrientes en diferentes etapas de desarrollo de maíz.

Más de la mitad de los siguientes nutrientes requeridos: Nitrógeno, fósforo y magnesio, y 80% del potasio, se absorbe antes de que el maíz llega a su etapa generativa.

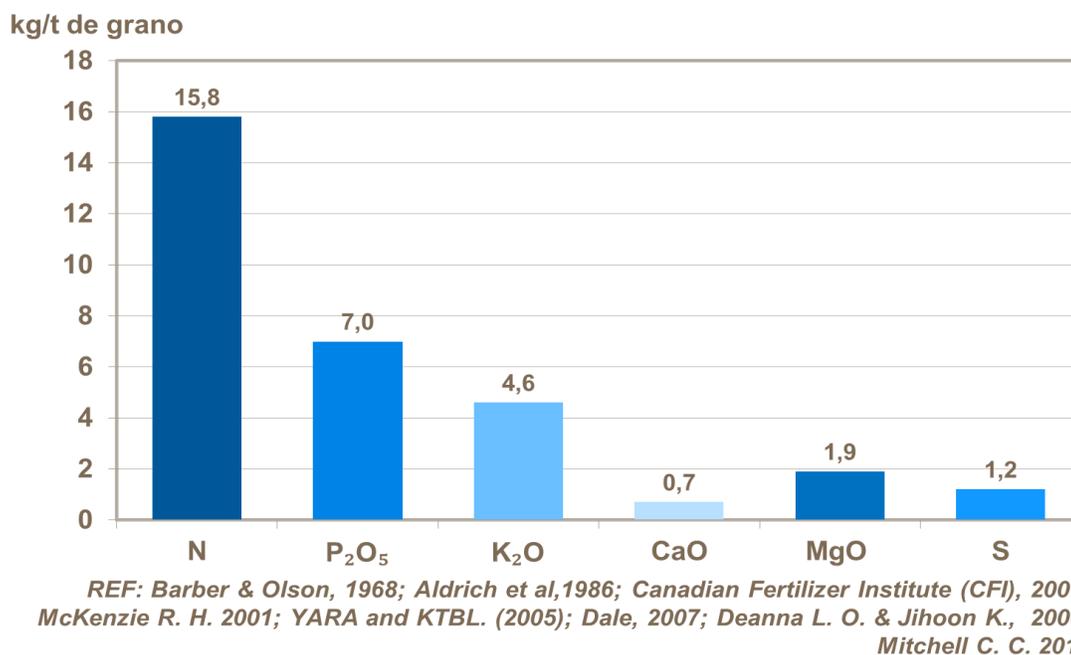
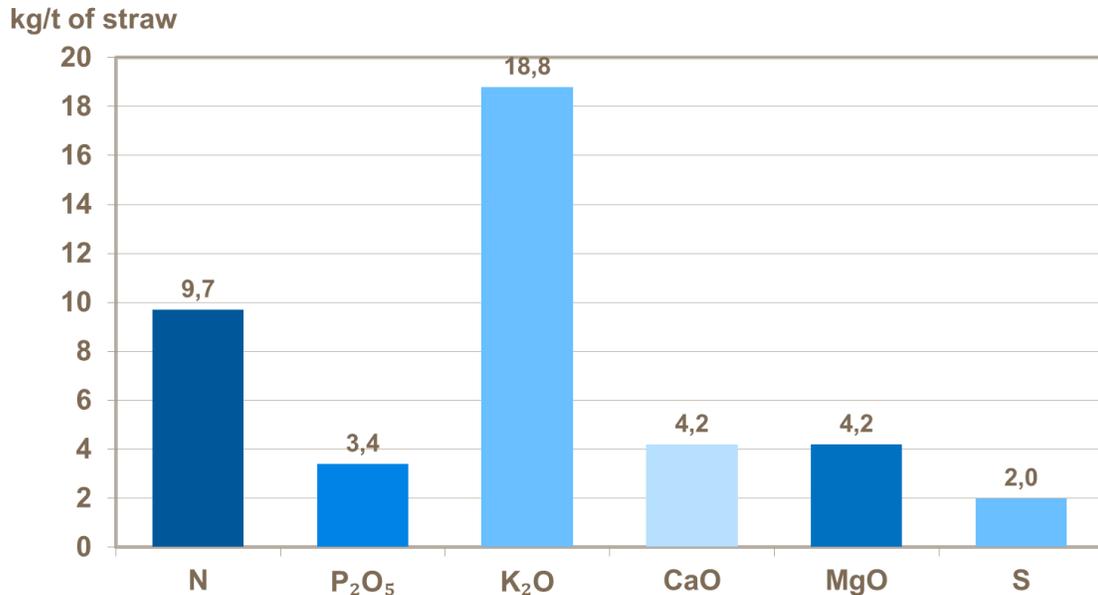


Figura 3. Remoción de nutrientes en kg/tonelada de maíz grano.

**Nitrógeno**, se requiere en cantidades grandes e influye en maximizar el crecimiento en materia seca y cosecha. Más de 200 kg/ha se requiere para obtener una cosecha de 7 t/ha. Niveles más altos que en cualquier otro nutriente, aproximadamente 16 kg/t, será removido en el grano. Si se cultiva el maíz para ensilaje o como mezcla de mazorcas, la remoción de nitrógeno será igual. Aplicaciones fraccionadas funcionan mejor, sobre todo en suelos ligeros, para mantener una buena disponibilidad de nitrógeno. Demasiado nitrógeno en etapas tardías puede resultar encamado y crecimiento tardío excesivo.

## Remoción de macronutrientes

Paja de maíz – Promedio de fuentes



REF: McKenzie R. H. 2001; YARA and KTBL. 2005; Dale, 2007; Deanna L. O. and Jihoon K., 2008; Mitchell C. C. 2011

Figura 4. Remoción de nutrientes en kg/tonelada de paja de maíz.

**Fósforo**, un elemento que solo se requiere en cantidades pequeñas, es imprescindible durante las etapas tempranas de desarrollo para asegurar el desarrollo de una buena raigambre y para impulsar el desarrollo de brotes y follaje. Las plantas absorben aproximadamente 85 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

**El potasio**, se requiere en cantidades grandes, o sea niveles equivalentes a los de nitrógeno. La absorción total rodea los 200 kg/ha. La mayoría de ese potasio se usa para las hojas y el tallo, y la demanda pico es durante la elongación del tallo cuando la absorción de potasio es más grande que cualquier otro nutriente.

Como resultado, cantidades significativas de potasio se encuentra en el rastrojo y se remueve cuando toda la planta se usa para ensilaje. Mientras se requiere cantidades menores de nutrientes secundarios, entre 25 a 50 kg/ha para un rendimiento de 7 t/ha de maíz, el suministro de calcio, magnesio y azufre es importante para mantener una buena cosecha.

### **1.2.9. Rastrojo de maíz**

Rastrojo es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo. A menudo se confunde rastrojo con restos de poco valor; sin embargo, el rastrojo es un recurso muy bueno para proteger el suelo del impacto de la precipitación erosiva y la consiguiente escorrentía. Las prácticas de retención del rastrojo son recomendadas por los técnicos y las autoridades de conservación de suelos como un componente importante de un programa de manejo de este. Esto puede implicar o no la retención de altas cantidades de rastrojo, o solamente las suficientes para la función de proteger el suelo. La presencia de rastrojo sobre el terreno es como una trampa de agua, que facilita la infiltración y reduce las pérdidas por evaporación al mantener más fría y protegida la superficie del suelo. Esta concepción es el meollo de un correcto sistema de cultivo con labranza cero.

También, se denomina rastrojo o biomasa, a todo el residuo que queda en el potrero después de la cosecha de los cultivos, incluidos restos de malezas. La producción de rastrojos se puede obtener estimando la producción de pajas a los restos de la estructura de la planta una vez cosechados los granos (Ruiz y otros, 2015).

Los estudios en esta área han demostrado que las emisiones de dioxinas aumentan alrededor de 150 veces cuando se incineran residuos de biomasa tratados con el herbicida 2,4-D (Muñoz, 2012). Esto es preocupante porque se cree que las dioxinas tienen efectos cancerígenos en la salud humana. En vista de lo anterior, es necesario implementar un manejo adecuado de los subproductos de los cultivos, con el fin de implementar prácticas sustentables desde el punto de vista agroambiental.

### **1.2.10. Composición del rastrojo de maíz**

El maíz es uno de los principales cultivos de la región cuyos subproductos de rastrojo es grande, considerando que la biomasa representa el 61,5%. Generalmente su grano constituye el 40%. el residuo vegetal que queda de la planta del maíz tras la cosecha se conoce como rastrojo. Este es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo. Este rastrojo nutricionalmente es bajo en proteína (5,04%), alto en

fibra (73% como fibra neutro detergente) (Tabla 1). Pese a ser un producto rico en fibra este residuo agrícola tiene un alto nivel de Hemicelulosa (37,1%) y relativamente bajo nivel en lignina (4,04%). Por lo que tiene un alto potencial para ser aprovechado por los rumiantes. Ensayos in vitro muestran una degradabilidad del 52,3% con 7,10 MJ/kg de energía, lo que lo convierte en una buena fuente energética para los rumiantes (Fuentes et al., 2011; Yescas et al., 2003; Zaidi et al., 2013; Li et al., 2014).

Tabla 2.

*Composición química del rastrojo de maíz*

<b>Composición</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Materia Seca	93,7	91,8	95,8
Proteína cruda	5,04	4,05	6,17
Extracto etéreo	1,27	1,23	1,31
Cenizas	6,07	4,84	6,83
Fibra Neutra Detergente	73,0	69,2	80,3
Fibra Acida Detergente	35,9	35,4	48,0
Lignina Acida Detergente	4,04	4,00	6,26
Calcio	0,40	0,40	0,40
Fósforo	0,05	0,05	0,05

Fuentes et al., 2011; Yescas-Yescas et al., 2003; Zaidi et al., 2013; Li et al., 2014

### **1.2.11. Rastrojo en la alimentación de ganado**

El rastrojo de maíz puede utilizarse en casi todas las categorías de vacunos, a excepción de los terneros recién destetados. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que es un recurso fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía. Al ser utilizado en pastoreo directo y por razones de rotación de cultivos, podrá usarse durante un corto período de tiempo antes de roturar el suelo para el siguiente cultivo. Al cosechar el rastrojo de maíz, éste puede incluirse en raciones de novillos en niveles que pueden fluctuar entre el 20 y 60%, dependiendo de la calidad del rastrojo y de los otros componentes de la dieta. Al incluir entre 20 y 30% de caña de maíz, se pueden obtener ganancias de 800 a 900 gramos por día por animal, siempre que el rastrojo se suministre picado. Al incluir en niveles de 60%, las ganancias de peso bajan a 500 - 650 gramos por día. En vaquillonas de reemplazo, pueden usarse en niveles de 60%, obteniéndose ganancias de

peso de 500 gramos por día.

Cosechado y almacenado, puede constituir un excelente recurso invernal para la alimentación de vacas en su último tercio de gestación. También para alimentar novillos en el período de otoño - invierno, cuando se quieren obtener bajas tasas de ganancia de peso, para aprovechar el crecimiento compensatorio que se producirá con los pastos en la siguiente primavera.

El rastrojo de maíz puede ser pastoreado directamente por vacas lecheras, siempre que las mismas, estén secas o tengan producciones inferiores a 15 litros por día por vaca. Al ser cosechado, debe ofrecerse picado, a fin de disminuir el rechazo. En este caso, puede incluirse en niveles de 20 - 30% en raciones de vacas lecheras que produzcan 18 - 20 litros por día, teniendo la ventaja de aportar la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen y materia grasa de la leche, especialmente cuando las vacas reciben cantidades altas de concentrado. En vacas que pastorean praderas de alfalfa, es conveniente hacerlas consumir el rastrojo de maíz antes de su acceso a la pradera, a fin de evitar problemas de meteorismo. La vaquillona de reemplazo puede pastorear directamente el rastrojo, obteniéndose ganancias de 400 - 500 gramos por día por animal. Durante el período invernal, el rastrojo picado puede incluirse en niveles entre el 30 - 50%, dependiendo de las ganancias de peso que se desee obtener (Manterola *et al.*, 1999).

Tabla 3.

*Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz.*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje del peso seco del maíz</b>
Panoja	12,0
Tallos	17,6
Chalas	8.9
Total caña	38.5
Mazorca	11.8
Grano	49.7
Total espiga	61.5

Fuente: Chávez, 2020.

Cada una de estas estructuras posee características físico-químicas propias, lo que le confiere un valor nutritivo muy diferente, dependiendo si el residuo corresponde a maíz de grano o maíz para consumo fresco. Los tallos presentan las estructuras más lignificadas y de menor contenido de proteína bruta (3.1%) y las hojas entre 4 y 7 %, (Tabla 4).

Tabla 4.

*Proteína bruta y digestibilidad de la materia seca en diferentes componentes del rastrojo de maíz.*

<b>Componente</b>	<b>PB%</b>	<b>DIVMS, %</b>
Hojas	4.5	55.6
Tallos	3.1	59.7
Chalas	4.7	69.1
Mazorcas	4.7	58.0
Cañas + Hojas	4.2	55.8

Fuente: Manterola *et al.*, (1999).

La pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosas que de celulosa. El bajo porcentaje de lignina en los restos de la planta del maíz lo hace más digestible que las pajas de cereales, siendo a su vez, más rico en azúcares solubles. Por estas razones, este residuo presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1.69 y 2.1 Mcal/kg de materia seca.

Por otra parte, y dependiendo del tipo de cultivo, el método de cosecha y almacenamiento, la calidad puede variar considerablemente. En el maíz destinado a uso o consumo en fresco, el residuo que queda en el campo es de mejor calidad en cuanto a digestibilidad y contenido proteico, pero con diferencia de energía, ya que se ha retirado la mazorca. La digestibilidad de este residuo, así como la concentración de nutrientes, será significativamente superior a las del residuo de maíz destinado a grano (Manterola *et al.*, 1999).

### 1.2.12. Variables

Las variables en estudio fueron:

- ✓ **Variables independientes:** Partes de la planta del maíz en el rastrojo (Tallo, hojas y panca).
- ✓ **Variables dependientes:** Contenido N-P-K

### 1.2.13. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas/instrumentos
Independiente	Morfología de la planta	Partes de la planta: Tallo, hojas y panca	Visual
Dependientes	Calidad del rastrojo	Tenores de N, P y K	Peso gramos/100 g de materia seca

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área experimental

#### 2.1.1. Localización y ubicación geográfica

El trabajo de investigación se ejecutó en el sector el Carmen, caserío El Carrizo, distrito y provincia de Lambayeque, a una altitud de 20 msnm, durante el periodo de octubre del 2019 a marzo del 2020, ubicado geográficamente dentro de las coordenadas 6° 43' 34" de latitud sur y 79° 46' 49" de longitud oeste.

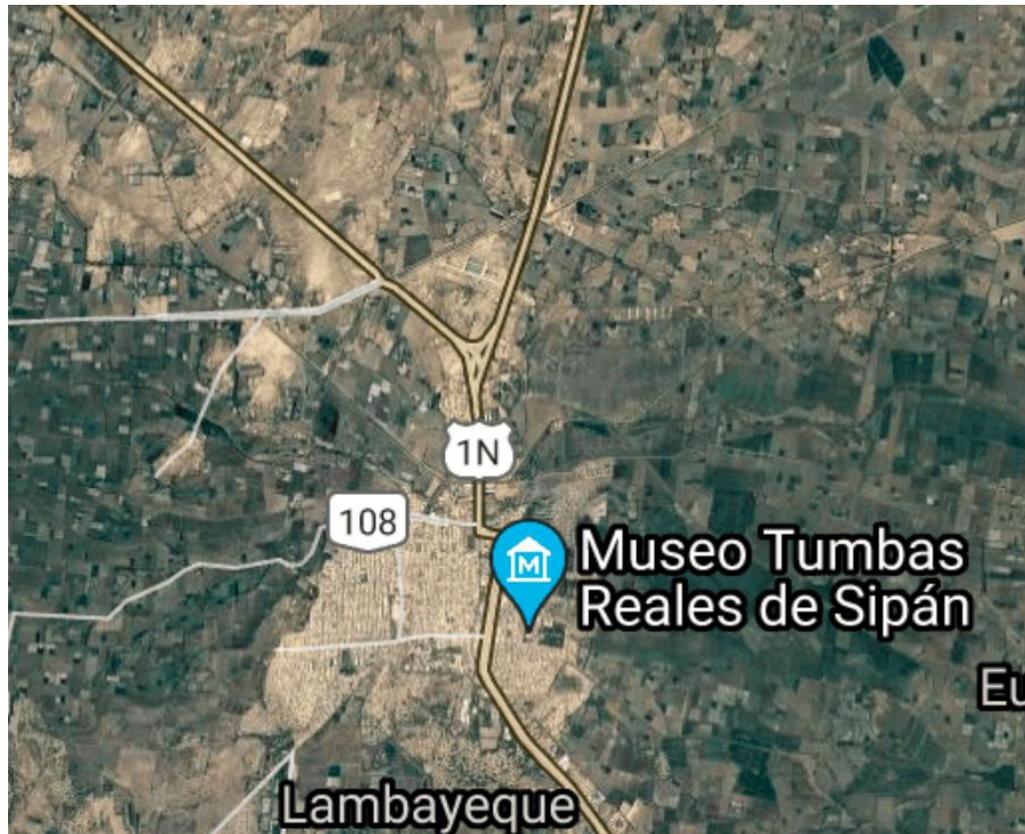


Figura 5: Mapa satelital del campo experimental.

### 2.1.2. Características climatológicas de la zona de estudio

Las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como desértico subtropical árido (Warren Thornthwaite - SENAMHI (2020)), influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos. Los datos que se tomaron fueron: Temperatura; humedad relativa y viento (Tabla 5).

**Temperatura.** - Las temperaturas promedio durante los meses de conducción del experimento fue de 27.4, 19.6 y 23.0 °C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente (Tabla 5). (INIA, 2009), el maíz amarillo duro puede tolerar un amplio rango de temperaturas, entre 5 a 40 °C, pero su mejor desarrollo requiere de temperaturas diurnas que no sobrepasen los 30 °C y por la noche que no bajen de los 10 °C. (Zambrano y Villavicencio, 2009), indica que la temperatura óptima está en el rango de 25 a 30 °C. La temperatura donde se ejecutó el experimento, tiene un promedio de 23 °C, cercano al rango óptimo para el crecimiento y desarrollo del maíz; así como, para obtener una buena productividad del cultivo (Tabla 5).

**Humedad relativa.** - Durante la conducción experimental se observó que la máxima humedad relativa fue en el mes de noviembre del 2019 con un 59.9%, en cambio la menor correspondió al mes de marzo del 2020 con 46.5% de humedad y un promedio de 53.6%. La humedad relativa debe ser lo suficientemente baja para evitar condiciones favorables al desarrollo de patógenos, principalmente hongos que causan enfermedades foliares (INIA, 2009), considerando estos valores, son apropiados para obtener un buen rendimiento del cultivo (Tabla 5).

**Viento.** - Durante la conducción experimental se observó que la máxima velocidad de viento fue en el mes de octubre del 2019 con un 22.1 m/s, en cambio la menor correspondió al mes de noviembre del mismo año con 19.8 m/s y un promedio de

21.2 m/s. La velocidad del viento debe ser lo suficientemente baja para evitar la tumbada de las plantas de maíz y no perjudicar el rendimiento del cultivo (Tabla 5).

Tabla 5:

Datos climatológicos estación meteorológica. SENAMHI – Lambayeque. Año 2019 – 2020.

Meses	Temperatura (°C)			HR	Viento
	Max.	Min.	Med.	%	m/s
Octubre 2018	22.9	16.5	18.8	58.8	22.1
Noviembre 2018	24.3	18.0	20.3	59.9	19.8
Diciembre 2018	26.9	16.1	22.5	51.0	21.3
Enero 2019	28.8	21.6	24.4	52.7	21.6
Febrero 2019	29.9	22.3	25.1	52.3	21.5
Marzo 2019	31.3	23.1	27.1	46.5	21.0
<b>Promedio</b>	<b>27.4</b>	<b>19.6</b>	<b>23.0</b>	<b>53.6</b>	<b>21.2</b>

Fuente: Estación Meteorológica SENAMHI – Lambayeque. 2019-2020.

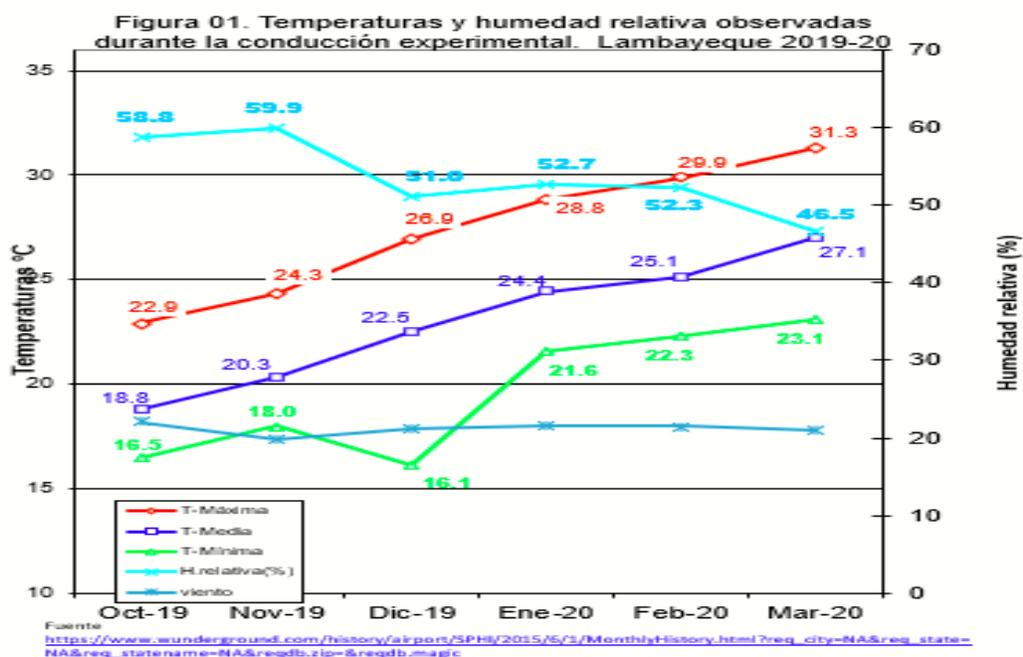


Figura 6. Temperatura y HR. SENAMHI – Lambayeque. Año 2019 – 2020.

### 2.1.3. Características edáficas de la zona de estudio

La zona está ubicada en la parte media del valle Chancay, con paisaje aluvial y subpaisaje TA-m Chávez, G., Poma, R y Ruiz, R (2022). Estudio agrologico del valle Chancay Lambayeque. En la tabla 6, se muestra los resultados del análisis de fertilidad del suelo, campo experimental del Dr. Néstor Rodríguez Alayo, los valores nos indica que se trata de un suelo mediamente básico, no salino, bajo contenido de carbonato de calcio, bajo contenido de materia orgánica, bajo en fosforo y medio en potasio, CIC bajo, magnesio muy bajo, sodio muy bajo. En cuanto a las relaciones catiónicas, la relación calcio/magnesio 39.0 es deficiente en magnesio, calcio/potasio 34.92 deficiente en potasio, magnesio/potasio 0.90 deficiente en magnesio y potasio/magnesio 1.12 deficiente en magnesio. Los resultados del análisis de suelo fueron proporcionados por el laboratorio DRISALAB.

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomaron 10 sub muestras del área experimental y luego se formó una muestra compuesta. El muestreo se realizó a una profundidad de 30 cm, lugar donde se desarrolla el mayor número de las raíces. El maíz prefiere suelos francos, pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan, requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. Los métodos utilizados para el análisis fueron:

Textura	:	Método de Bouyocuos
pH	:	Potenciómetro (Extracto de saturación)
M.O. (%)	:	Método Walkley-Black
N. (disponible):		Método de Kjeldahl
P (disponible) :		Método Olsen modificado
K (disponible):		Método de Olsen. (Extracción con acetato amónico)
C.E. (mmhos/cm):		Conductómetro (Extracto de saturación).

Tabla 6.

*Resultados de análisis físico – químico del suelo. Sector EL Carmen, Caserío el Carrizo – Mórrope – Lambayeque.*

**Informe de laboratorio DRISALAB N° 005-2019**

Solicitud de análisis N° ; 005-2019 Cultivo/proyecto : Maíz  
 Solicitante : Juan José Ventura Suclupe Fundo, predio : El Carmen, El Carrizo  
 Procedencia de la muestra : El Carmen, Lambayeque Fecha de recepción muestra : 10-09-2019  
 Tipo de análisis : Caracterización de rutina Fecha de reporte resultados : 19-09-2019

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

Código muestra suelo	pH (1:1)	CE (1:1) (ds/m)	CaCO <sub>3</sub> %	M.O %	P mg/kg	K mg/kg	CIC meq/100g	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Cationes básicos cambiables		Cationes ácidos cambiables		Relaciones catiónicas				Textura Distribución de partículas-USDA			D. ap. g/cm <sup>3</sup>
													Σ CB	% Sat. CB	Σ CA	% Sat. CA	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K/Mg	Ao %	Lo %	Ar %	
Ventura	7.68	0.19	0.00	0.22	6	136	8.30	7.20	0.20	0.22	0.08	0.00	8.30	100	0.00	0.00	39.00	34.32	0.90	1.12	91.68	0.56	7.76	1.65
Interpret.	Med. Básico	No salino	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	medio	Muy bajo	Bajo	Muy bajo						Defic. Mg	Defic. K	Defic. Mg	Defic. Mg	Clase textural: Arenoso			

## 2.2. Material experimental: Características del híbrido simple ‘Súper Maíz’.

### Características agronómicas

- ✓ Días a la floración masculina: 60 a 65 días en verano; 72 a 85 días en invierno.
- ✓ Período vegetativo: 135 a 150 días en verano 150 a 170 días en invierno.
- ✓ Cantidad de semilla a la siembra: 22 a 25 kg/ha.
- ✓ Alta tolerancia a las sales y a la sequía hace frente al cambio climático
- ✓ Hojas erectas y las superiores son siempre verdes
- ✓ Presenta un 50% de plantas decumbentes.

### Características de planta y mazorca

- ✓ Altura de planta : 240 cm + 10
- ✓ Altura de mazorca : 105 cm + 5 cm
- ✓ Forma de mazorca : Cilindro cónico
- ✓ Número de hileras : 16 (promedio)
- ✓ Disposición de las hileras : Rectas
- ✓ Longitud de mazorca : 24 cm + 2 cm
- ✓ Diámetro de mazorca : 7 cm
- ✓ Peso de mazorca : 310 g + 2 g
- ✓ Número de mazorca/planta : 1
- ✓ Color del raquis (tuza) : Blanco
- ✓ Número de granos/hilera ; 40
- ✓ Peso del grano/mazorca : 230 g
- ✓ Peso de 1,000 granos : 404 g
- ✓ Color del grano : Amarillo oscuro
- ✓ Textura del grano : Cristalino
- ✓ Longitud del grano : 15 mm
- ✓ Ancho del grano : 8 mm
- ✓ Espesor del grano : 5 mm

## 2.3. Equipos, insumos, herramientas y materiales

### 2.3.1. Equipos:

Equipo de laboratorio para el análisis de suelos, equipo de cómputo, balanza de precisión, bomba mochila para aplicación y cámara fotográfica.

### **2.3.2. Insumos:**

Semilla de maíz híbrido simple ‘Súper Maíz’, fertilizantes, abonos, pesticidas y agua.

### **2.3.3. Herramientas:**

Palanas, rastrillos, cuchillas y machetes

### **2.3.4. Materiales:**

Tablero, regla, cordel, wincha, estacas, etiquetas, bolsas de papel, cuaderno de campo, material de oficina (papel, CDs, USB, lapiceros, lápiz, etc.)

## **2.4. Disposición experimental**

### **2.4.1. Tratamiento en estudio**

Los tratamientos a evaluar fueron tres (tallo, hojas y panca) que son las partes de la planta de maíz, donde se determinó los tenores de N-P-K.

#### **Tratamientos:**

T<sub>1</sub>. Tallo de la planta

T<sub>2</sub>. Hojas de la planta

T<sub>3</sub>. Pancas envoltentes de la mazorca

Las plantas para evaluar fueron 3 por unidad básica, la unidad básica tiene 40 plantas, donde se aplicó una presión de selección del 7.5%. En total se formaron 10 unidades básicas, que representarán a las repeticiones.

### **2.4.2. Diseño experimental**

La técnica utilizada fue la observación, entrevistas abiertas, a productores que indican el uso no adecuado de los rastros, revisión de documentos, bases de datos y Google académico

El alcance de la presente investigación tendrá un efecto replicativo para los agricultores con vocación maicera en la costa norte.

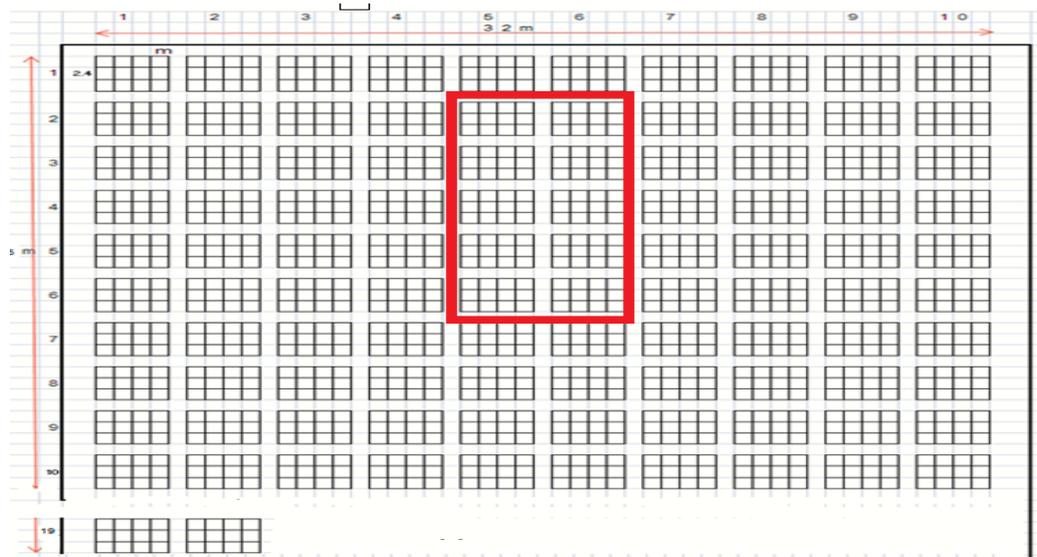


Figura 7. Croquis del campo experimental.

### 2.4.3. Características del campo experimental

El área del campo experimental fue de 2,500 m<sup>2</sup>, incluido en una hectárea del híbrido simple ‘Súper Maíz’; el área experimental estuvo conformada por 182 unidades básicas de selección (en el centro del campo)

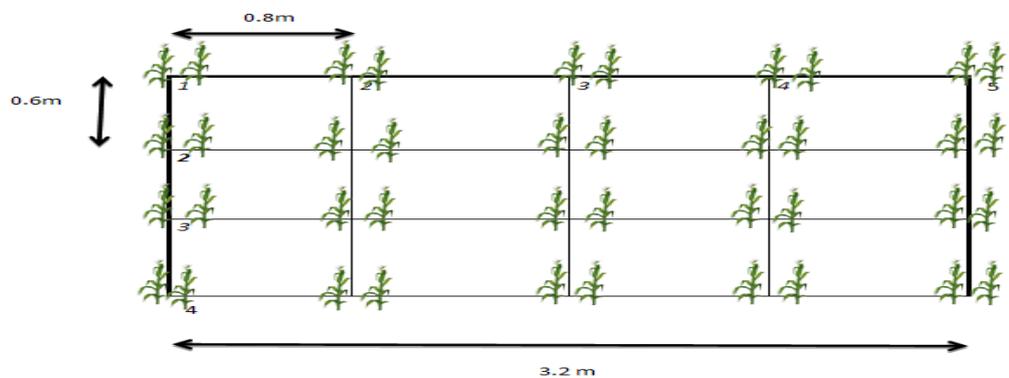


Figura 8. Características del campo experimental.

Dimensiones

Arrea del 1 golpe	$0.6 * 0.8 \text{ m}$	$=$	$0.48 \text{ m}^2$
Arrea dela unidad básica	$0.48 \text{ m}^2 * 20$	$=$	$9.6 \text{ m}^2$
Número de unidades básicas		$=$	10
Arrea seleccionada	$10 * 9.6 \text{ m}^2$	$=$	$96.0 \text{ m}^2$

Cada sub lote (UB) consta de 4 surcos x 5 golpes, 2 plantas por golpe.

Dónde: ancho 2.40 m x 4.0 m= 9.6 m<sup>2</sup>

\* = Golpe con dos plantas

N = Número total de plantas en la unidad básica

P = Proporción poblacional (Estimador estadístico)

Una unidad básica o sub lote consta de: 4 surcos x 5 golpes (2 plantas x golpe)  
= 40 plantas

### **Dimensiones del campo experimental**

#### **Repetición**

- ✓ Número de tratamientos : 3
- ✓ Número de repeticiones : 10
- ✓ Número unidades experimentales: 10

#### **Parcela o unidades básicas**

##### **Surco:**

- ✓ Numero de surcos por parcela: 4
- ✓ Largo de surcos : 4 m
- ✓ Distanciamiento entre surcos : 0.80 m

##### **Golpes:**

- ✓ Numero de golpes por surco : 5
- ✓ Distanciamiento entre golpes : 0.60 m
- ✓ Número de plantas por golpe : 2

#### **Resumen del área experimental:**

- ✓ Área neta del experimento : 96 m<sup>2</sup>

## **2.5. Conducción experimental**

### **2.5.1. Preparación del terreno.**

Cuando el suelo estuvo a punto (capacidad de campo), se utilizó una rastra ligera y se niveló el suelo con rufa. Esto mejoró el riego y las condiciones para aprovechar la humedad del suelo.

#### **2.5.2. Semilla.**

Las semillas son uno de los principales factores limitantes del rendimiento, después del agua de riego y los fertilizantes. En el cultivo de tecnología media y alta de hoy en día, se deben usar híbridos adaptados a la región y las variedades se deben comprar en tiendas acreditadas. La semilla de segunda (F2 o F3) no debe usarse. Se utilizó semilla certificada del híbrido simple Súper Maíz.

#### **2.5.3. Fertilización.**

La fertilización se hizo en base a los resultados del análisis del suelo y a lo que extrae la planta, la dosis empleada fue 180-100-160 de NPK y como fuentes se utilizó urea, fosfato monoamónico y sulfato de potasio respectivamente. La primera fertilización se realizó cuando la planta de maíz tuvo de 2 a 4 hojas verdaderas aplicando el 40% del nitrógeno y todo el 100% del fósforo y potasio, a palana en mezcla a 10 cm de la planta; la segunda fertilización cuando la planta tenía de 6 a 8 hojas verdaderas aproximadamente a los 40 días después de la siembra, utilizando el 60% del nitrógeno restante.

#### **2.5.4. Riego.**

El uso típico del maíz es el riego por gravedad con 7,000 m<sup>3</sup>/ha en surcos y cuando se utiliza un sistema de riego por goteo el consumo de agua es de 3,000 a 3,500 m<sup>3</sup> (Injante, 2009). En nuestro trabajo de investigación el riego fue por gravedad.

#### **2.5.5. Control de malezas.**

El manejo de malezas es uno de los factores limitantes de la producción con respecto a la selección de uno o más métodos de control, es importante tener en cuenta la puntualidad, eficiencia, facilidad de implementación y economía general de implementación. El campo permaneció limpio durante los primeros 45 días después de la siembra, labor que se realizó con cultivador y luego extraer las malas hierbas a palana.

### **2.5.6. Cosecha.**

Se trata de cosechar las mazorcas y luego desgranar para almacenarlas y comercializarlas. Un procedimiento práctico para estimar la madurez fisiológica es observar la capa negra en la base de la semilla. (Al menos el 10% de la mazorca debe tener granos con capa negra). La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica. El corte se hizo cuando el grano tenía una humedad entre 20 a 25% o cuando capa presentó color marrón a negro, luego a los 8 días se hizo el despanque y finalmente el desgrane.

## **2.6. Parámetros evaluados**

### **2.6.1. Análisis químico de la planta.**

Se tomaron muestras de tallo, hojas y panca de la planta del híbrido simple 'Súper Maíz' de las 10 unidades experimentales, se formó una muestra compuesta, se obtuvo 100 gramos de cada uno y se envió al laboratorio para determinar los tenores de NPK.

### **2.6.2. Contenido nutricional del suelo.**

Se tomaron 10 sub muestras del área experimental a una profundidad de 30 cm, luego se formó una muestra compuesta, se envió al laboratorio y se determinó las características físico - químico según la metodología del análisis de fertilidad de suelos.

### **2.6.3. Valoración económica de los nutrientes del rastrojo.**

Se valoró el contenido de NPK encontrado en las partes de la planta y se determinó el valor económico por hectárea.

## **2.7. Análisis estadísticos de los datos**

El Diseño Experimental fue de Bloques Completos al Azar, y se realizó el análisis de varianza (ANAVA) por característica, según el modelo lineal aditivo (Martínez 1995).

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

$\mu$  = Es la media general del experimento.

$a_i$ = Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento.

$B_j$ = Es el efecto asociado al j-ésimo bloque.

$E_{ij}$ = Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo genotipo en el j-ésimo bloque.

Tabla 7.

*Modelo del análisis de varianza*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>ECM</b>
Bloques	Bloques	b-1	Bloques	
Tratamientos	Tratamientos	t-1	Tratamientos	
Error	Error	(t-1) (b-1)	Error	
Total		tb-1		

Fuente. Martínez, 1995.

La investigación fue experimental cuantitativa, explicativa.



Figura 9. Tipo de investigación experimental cuantitativa, explicativa (Jose supo- Master Class: El Estudio de Nivel Relacional).

## 2.8. Coeficiente de variabilidad

El cociente  $\sigma/\mu$  se denomina coeficiente de variación, Cuando se expresa en porcentaje  $100 \sigma/\mu$  se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que  $\sigma$  es el 3% de la media  $\mu$  (Box y Hunter 2008).

(Martínez, 1995), para determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como el maíz.

Tabla 8:

*Precisión del coeficiente de variación.*

<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Precisión</b>
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

Fuente: Martínez, 1995

(Toma y Rubio, 2008), indica que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

Tabla 9:

*Grado de variabilidad del coeficiente de variación.*

<b>Coeficiente de variación</b>	<b>Grado de variabilidad</b>
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

Fuente: Toma y Rubio, 2008.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

De acuerdo al trabajo y bajo las condiciones en la que se realizó el proyecto de investigación, los materiales empleados y los objetivos propuestos se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **3.1. Prueba de los supuestos del análisis de varianza**

##### **3.1.1. Contraste de normalidad de los datos**

Previo a la realización de los análisis estadísticos respectivos, se hicieron las pruebas de normalidad de los datos, que es una de las asunciones del análisis de varianza, para la aplicación de la estadística paramétrica y los resultados de los análisis estadísticos tengan validez y se pueda hacer el proceso de inferencia estadística a partir de la muestra. (Eisenhart 1974, Miller N. J y Miller J.C. 2002).

Es necesario que muchos contrastes estadísticos supongan que los datos utilizados proceden de una población normal, el método para contrastar esta hipótesis de una forma visual simple de comprobar si un grupo de datos procede de una distribución normal es representar una curva de frecuencias acumuladas en un papel gráfico especial denominado papel de probabilidad normal. Para este caso se trabajó con la información de la variable dependiente (calidad del rastrojo), se encontró que tiene distribución normal, como se nota en los resultados de los análisis y figuras correspondiente, por tener un P-valor  $> 0.05$ .

El papel de probabilidad normal tiene una escala no lineal en el eje del porcentaje de frecuencia acumulada, lo que convierte la curva en forma de S en una línea recta. Los datos del rendimiento representado en dicho papel aparecen en la figura 10, los puntos se

sitúan aproximadamente sobre una línea recta, confirmando la hipótesis que los datos no proceden de una distribución normal, existen 3 algoritmos diferentes para calcular las frecuencias acumulativas de la calidad del rastrojo. Lo utilizado se conoce como el método de Herd-Jhonson, reportado por Miller, J, N y Miller J C (2002). La hipótesis para la prueba de normalidad fue:

- ✓ Ho: los datos siguen una distribución normal vs.
- ✓ Ha: los datos no siguen una distribución normal.

La prueba estadística fue la correlación, como los puntos están dentro del cinturón de confianza, se afirma que los datos tienen distribución normal, entonces se acepta la hipótesis nula, indicando que la calidad del rastrojo tiene una distribución normal, proviniendo por lo tanto de una población normal, por lo que se aplicó las técnicas paramétricas.

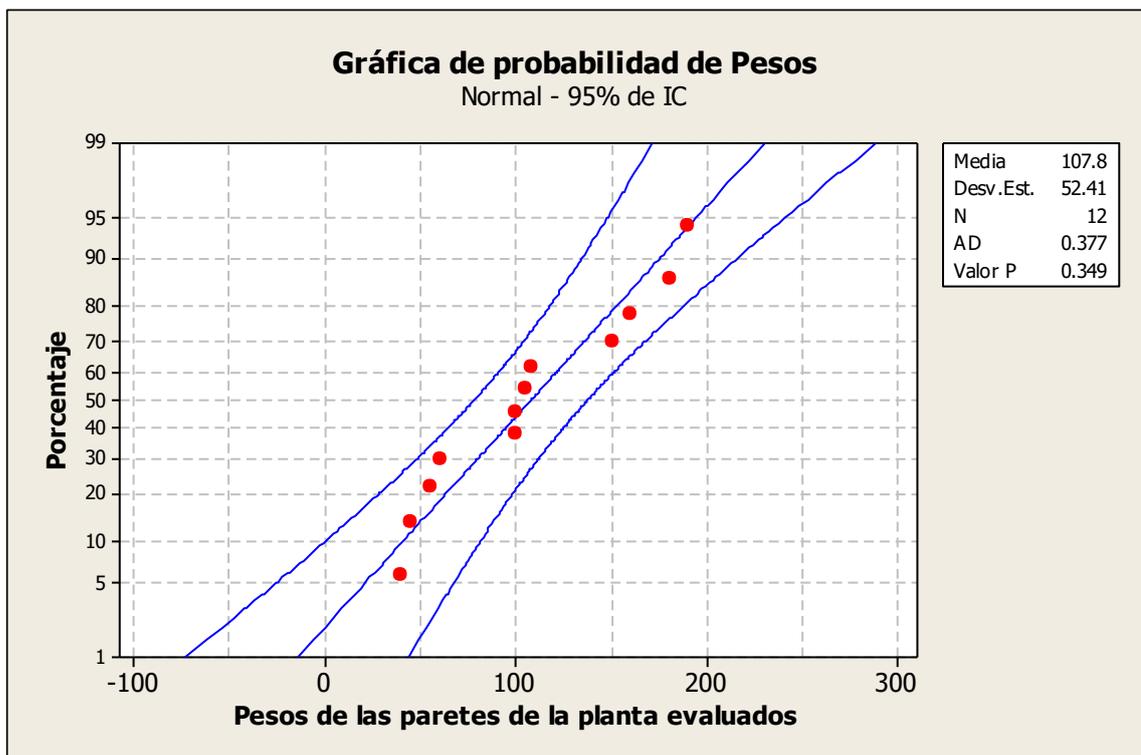


Figura 10: Prueba de normalidad de calidad del rastrojo, sector El Carmen, Lambayeque.

### 3.1.2. Prueba de homogeneidad de varianzas

Uno de los supuestos fundamentales del análisis de varianza, es la homogeneidad de varianzas, que usa la prueba de la varianza para realizar la prueba de la hipótesis para la igualdad o la homogeneidad de varianzas, usando las pruebas de Bartlett.

Prueba de varianzas iguales: Pesos vs. Partes de la planta

Intervalos de confianza de Bonferroni al 95% para desviaciones estándar

Tabla 10:

*Prueba de homogeneidad de varianzas.*

<b>Parte de la planta</b>	<b>N</b>	<b>Inferior</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Superior</b>
Hoja	4	4.61484	9.1287	49.6491
Panca	4	1.99562	3.9476	21.4700
Tallo	4	9.22968	18.2574	99.2982

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 5.05; valor p = 0.080

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 9.67; valor p = 0.006

Prueba de varianzas iguales: Pesos vs. Partes de la planta

Ho: las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa

Ha: las varianzas no son homogéneas,

Como los valores del nivel de significación son mayores de 0.05, (Prueba de Levene) entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando que todas las varianzas son homogéneas, para la calidad del rastrojo.

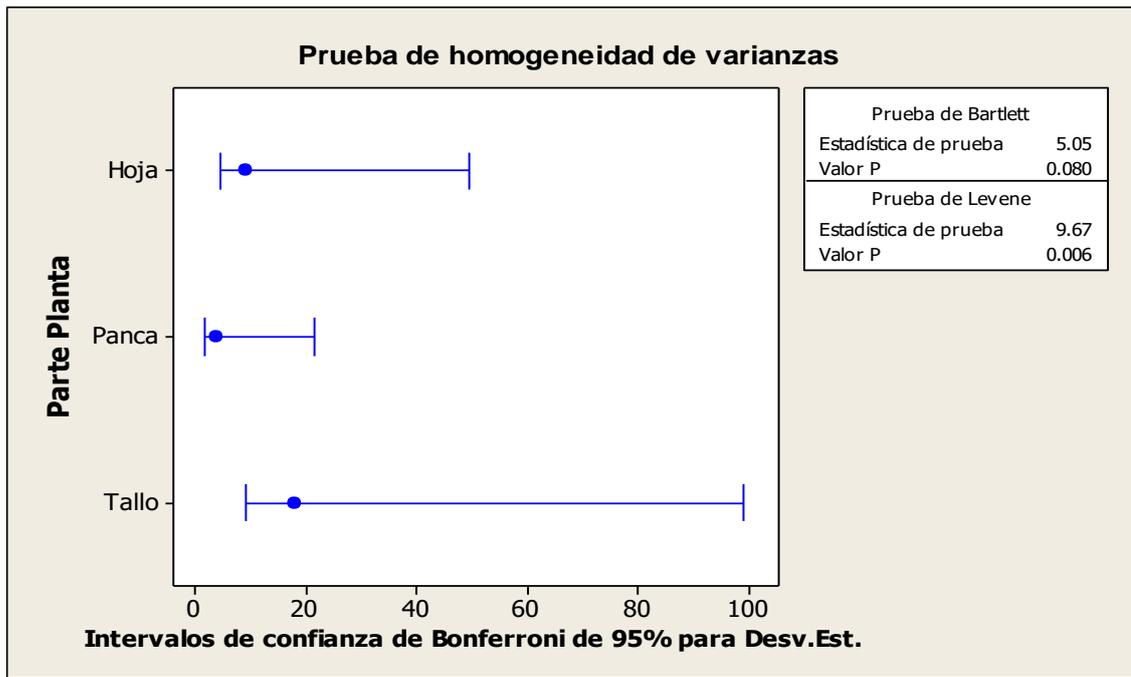


Figura 11. Prueba de homogeneidad de varianzas

### 3.2. Análisis de varianza para contenido de NPK

#### 3.2.1. Contenido de nitrógeno

- El análisis de varianza para este nutriente, indica que existió alta significación estadística en las diferentes partes de la planta, mostrando un comportamiento heterogéneo en el contenido de nitrógeno, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 11).

Tabla 11:

*Análisis de varianza para contenido de nitrógeno:*

F. V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0.26	5	0.05	330.60	<0.0001
Bloque	8.7E-04	3	2.9E-04	1.86	0.2376
Parte planta	0.26	2	0.13	823.71	<0.0001
Error	9.3E-04	6	1.6E-04		
Total	0.26	11			

CV = 3.86%.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.86%, valor que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 11).

El promedio experimental fue de 0.32 gramos de contenido de nitrógeno en la planta.

La prueba de Duncan para el contenido de nitrógeno, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior, se encuentra en las hojas con 0.52 gramos por 100 gramos de muestras de materia seca, superando estadísticamente a contenido en la panca que envuelve a la mazorca, con 0.28 gramos, mientras que en el tallo se encuentra los tenores más bajos con solo 0.17 gramos en 100 gramos de muestra, resultados atribuibles a que el nitrógeno es elemento más absorbido por la planta (Yara, 1984.), El nitrógeno es uno de los elementos más limitantes para llegar a altos rendimientos del cultivo de maíz; así, una adecuada aplicación de nitrógeno al suelo produce un incremento de la biomasa (Salhuana et al., 2004). De mismo modo (Tisdale y Nelson, 1991) indican que, en comparación de los demás cultivos, el maíz extrae cantidades importantes de nitrógeno. De los cereales el maíz es el cultivo que más extrae nitrógeno en la producción en campo (Mengel y Kirby, 2000) y (Álvarez, R. S. et al., 2017) (Tabla 12).

Tabla 12:

*Tenor de nitrógeno. “Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Super maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque -2020”.*

O. M.	Parte de la planta	Contenido de N en 100 gramos de muestra (g)	Sign.
1	Hoja	0.52	A
2	Panca	0.28	b
3	Tallo	0.17	c
	<b>Promedio</b>	<b>0.32</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

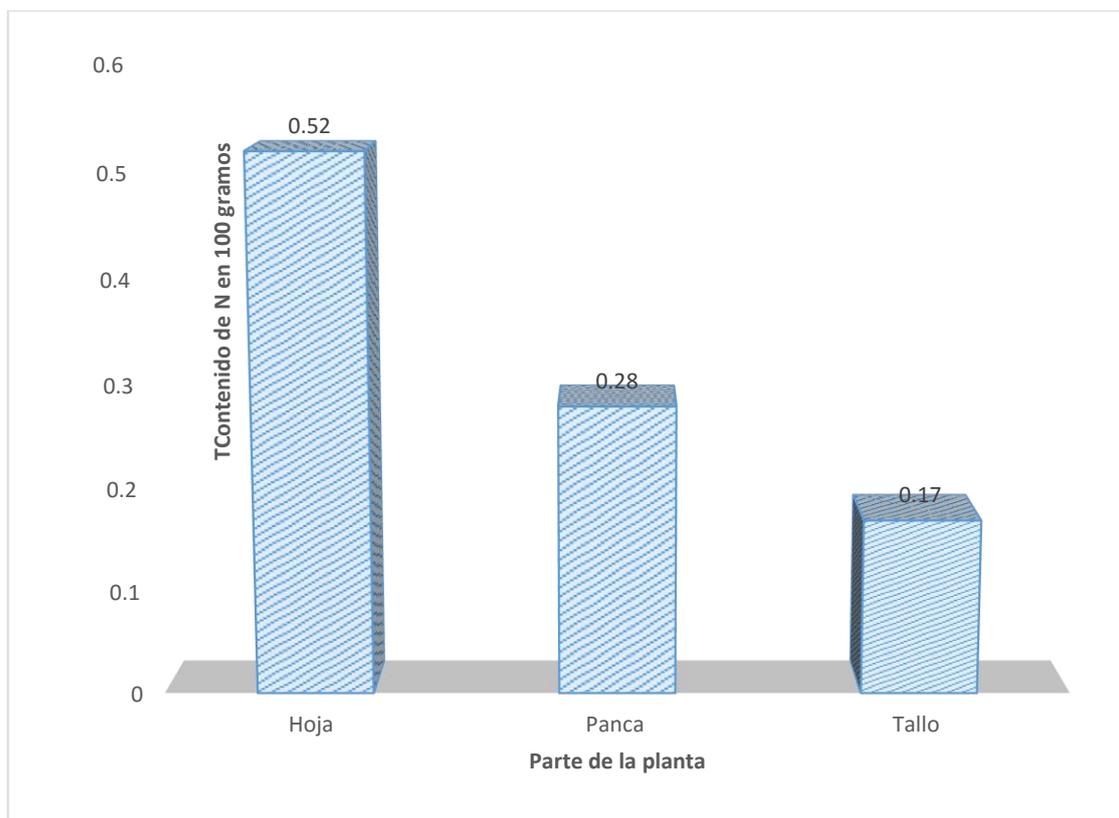


Figura 12. Contenido de nitrógeno en 100 g de muestra en las partes evaluadas de la planta.

### 3.2.2. Contenido de fósforo

El análisis de varianza para fósforo, indica que existió alta significación estadística en las diferentes partes de la planta, mostrando un comportamiento heterogéneo en el contenido de fósforo, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 13).

Tabla 13:

*Análisis de varianza para contenido de fósforo.*

<b>F. V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0.30	5	0.06	317.15	<0.0001
Bloque	6.7E-05	3	2.2E-05	0.12	0.9465
Parte planta	0.30	2	0.15	792.71	<0.0001
Error	1.1E-03	6	1.9E-04		
Total	0.30	11			

CV = 10.06%.

El coeficiente de variabilidad fue de 10.06%, valor que indica que los datos son regularmente homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 13).

El promedio experimental fue de 0.14 gramos de contenido de fósforo en la planta.

La prueba de Duncan para el contenido de fósforo, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, el primero y superior se encuentra en la hoja con 0.36 gramos, superando estadísticamente al contenido en la panca que envuelve a la mazorca y al tallo, con 0.03 y 0.02 gramos respectivamente, estos últimos tienen valores comparables estadísticamente (Tabla 14).

Tabla 14:

*Tenor de fósforo. “Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Super maiz’ en el sector El Carmen Lambayeque -2020”.*

O. M.	Parte de la planta	Contenido de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en 100 gramos de muestra (g)	Sign.
1	Hoja	0.36	a
2	Panca	0.03	b
3	Tallo	0.02	b
	<b>Promedio</b>	<b>0.14</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

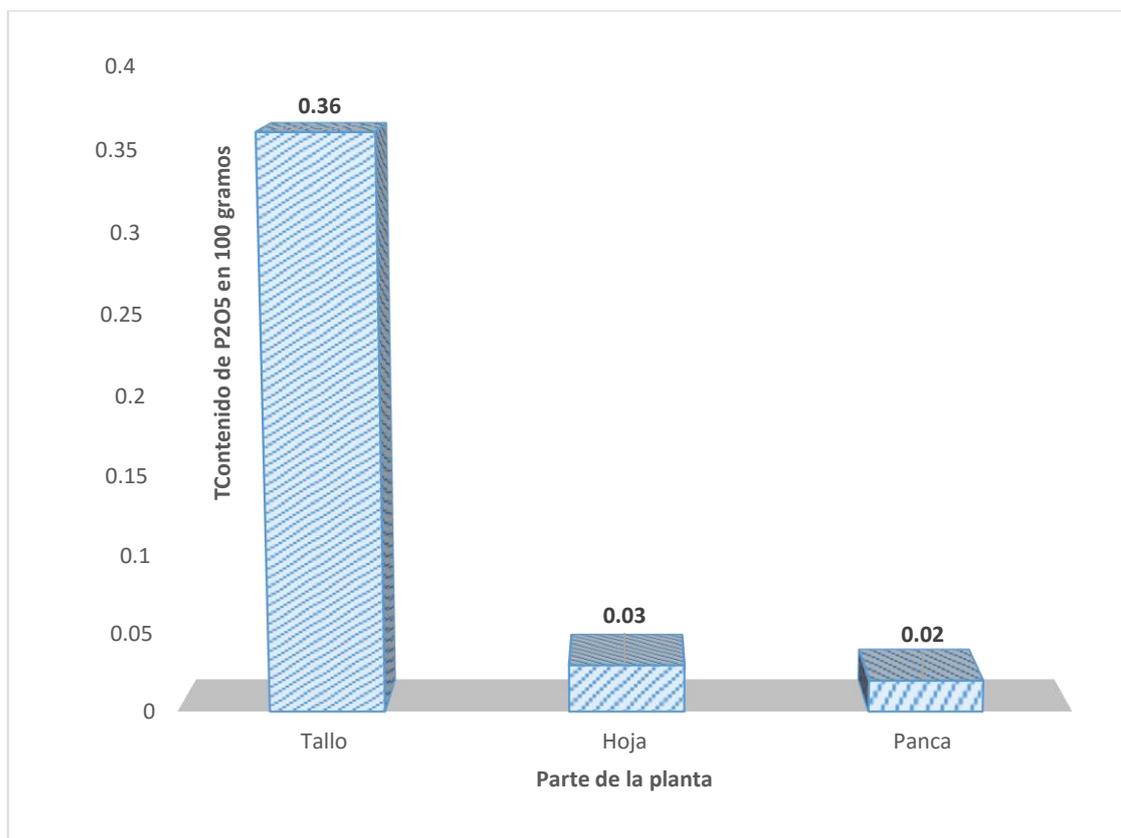


Figura 13. Contenido de fósforo en 100 g de muestra en las partes evaluadas de la planta.

### 3.2.3. Contenido de potasio

El análisis de varianza para potasio, indica que existió alta significación estadística en las diferentes partes de la planta, mostrando un comportamiento heterogéneo en el contenido de fósforo, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Tabla 15).

Tabla 15:

*Análisis de varianza para contenido de potasio.*

<b>F. V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0.12	5	0.02	92.00	<0.0001
Bloque	8.0E-04	3	2.7E-04	1.00	0.4547
Parte planta	0.12	2	0.06	228.50	<0.0001
Error	1.6E-03	6	2.7E-04		
Total	0.12	11			

CV = 5.00%.

El coeficiente de variabilidad fue de 5.00%, valor que indica que los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008), valor que valida la conducción experimental y toma de datos y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Tabla 15).

El promedio experimental fue de 0.33 gramos de contenido de potasio en la planta.

La prueba de Duncan para el contenido de potasio, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando tres subconjuntos diferentes, el primero y superior se encuentra en las hojas con 0.43 gramos, superando estadísticamente a contenido en el tallo que presentó 0.36 gramos, mientras que en la panca se encuentra los tenores más bajos con 0.19 gramos de potasios en 100 gramos de muestra. (Tabla 16).

Tabla 16:

*Tenor de potasio. “Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Super maiz’ en el sector El Carmen Lambayeque -2020”.*

O. M.	Parte de la planta	Contenido de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en 100 gramos de muestra (g)	Sign.
1	Hoja	0.43	a
2	Panca	0.36	b
3	Tallo	0.19	c
	<b>Promedio</b>	<b>0.33</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

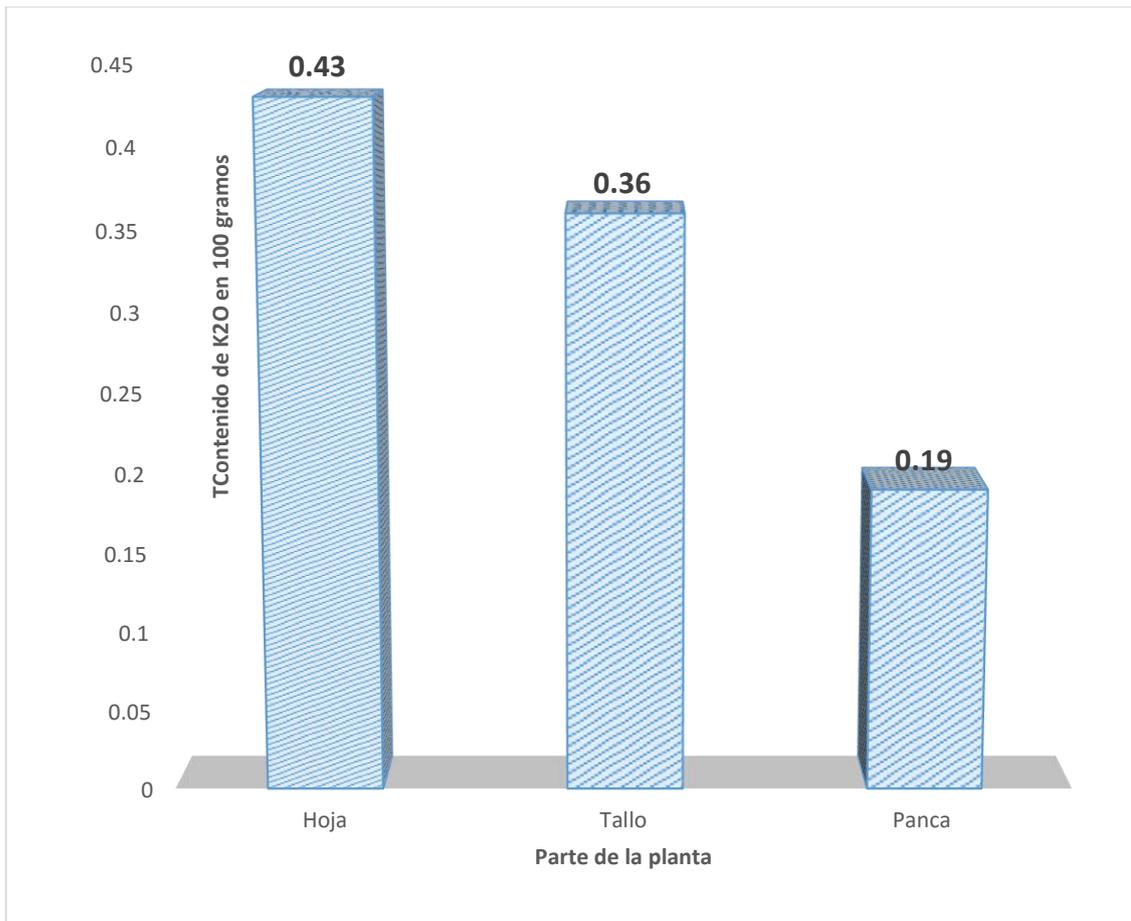


Figura 14. Contenido de potasio en 100 gramos de muestra en las partes evaluadas de la planta.

En la tabla 17, se muestra el resumen de los resultados de laboratorio, contenido de macronutrientes N-P-K en una planta en base al análisis en una muestra de 100 gramos, indicando que el mayor contenido de nitrógeno se encuentra en la hoja en un 53.6%, seguido por la panca con un 28.9%, mientras que el tallo quedó último con un 17.5%, resultados atribuibles a que el híbrido es una variedad siempre verde y la planta realiza su proceso fotosintético hasta muy cerca la madurez fisiológica.

Para el fósforo el mayor contenido se encuentra en el tallo con un 87.8%, seguido por la hoja con un 7.3%, mientras que la panca quedó último con un 4.9%.

El potasio el mayor contenido se encuentra en la hoja con 43.9%, seguido por el tallo con un 36.7%, mientras que la panca se quedó último con un 19.4%.

Tabla 17.

*Resumen de resultados de laboratorio de la muestra: “Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Super maíz’ en el sector El Carmen, Lambayeque -2020”.*

Parte de la planta	Bloque	N en 100 g de muestra	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en 100 g de muestra	K <sub>2</sub> O en 100 g de muestra
Hoja	1	0.50	0.02	0.46
Hoja	2	0.54	0.04	0.42
Hoja	3	0.52	0.03	0.41
Hoja	4	0.52	0.03	0.43
<b>Promedio</b>		<b>0.52 (53.6%)</b>	<b>0.03 (7.3%)</b>	<b>0.43 (43.9%)</b>
Tallo	1	0.18	0.38	0.38
Tallo	2	0.17	0.34	0.34
Tallo	3	0.16	0.36	0.36
Tallo	4	0.17	0.36	0.36
<b>Promedio</b>		<b>0.17 (17.5%)</b>	<b>0.36 (87.8%)</b>	<b>0.36 (36.7%)</b>
Panca	1	0.26	0.01	0.18
Panca	2	0.30	0.02	0.20
Panca	3	0.28	0.03	0.19
Panca	4	0.28	0.02	0.19
<b>Promedio</b>		<b>0.28 (28.9%)</b>	<b>0.02 (4.9%)</b>	<b>0.19 (19.4%)</b>

Fuente: LANOVA, 2021.

Tabla 18.

*Tabla de interpretación de análisis foliar en maíz.*

Elemento	Niveles				
	Deficiente	Bajo	Suficiente	Alto	Tóxico
N %	< 2.45	2.46 – 2.75	2.76 – 3.15	3.15 – 3.75	> 3.75
P %	< 0.15	0.16 – 0.24	0.25 – 0.40	0.41 – 0.50	>0.50
K %	< 1.25	1.26 – 1.70	1.71 – 2.25	2.26 – 2.50	>2.50
Ca %	< 0.10	0.11 – 0.20	0.21 – 0.50	0.51 – 0.90	>0.90
Mg %	< 0.10	0.11 – 0.20	0.21 – 0.40	0.41 – 0.55	>0.55
Fe (mg/kg)	< 10	10 - 20	21 - 250	251 - 350	>350
Mn (mg/kg)	< 15	16 - 19	20 - 150	151 - 200	>200
Cu (mg/kg)	< 2	3 - 5	6 - 20	20 - 50	>50
Zn (mg/kg)	< 10	11 - 20	21 - 70	71 - 100	>100
B (mg/kg)	<2	3 - 5	6 - 25	26 - 35	>35
Al (mg/kg)	-	-	< 200	201 - 400	>400
Mo (mg/kg)	Siempre suficiente				

Fuente: Adaptado por laboratorio de suelos y foliares, en la etapa de iniciación de formación de cabello. Meléndez y Molina, 2002.

### 3.3. Análisis multivariado

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	7.1031	0.8969	0.0000
Proporción	0.888	0.112	0.000
Acumulada	0.888	1.000	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Peso biomasa	0.375	-0.042	-0.421	-0.014	0.005
Peso tallo	0.372	0.134	-0.439	-0.034	0.003
Peso hojas	0.372	0.134	-0.439	-0.034	0.004
Peso panca	0.147	-0.971	-0.055	0.106	0.014
N\$	0.375	-0.038	0.365	-0.721	0.341
P\$	0.373	0.119	0.305	0.665	0.531
K\$	0.375	0.044	0.314	0.149	-0.767
Total\$	0.375	0.031	0.331	-0.049	-0.119

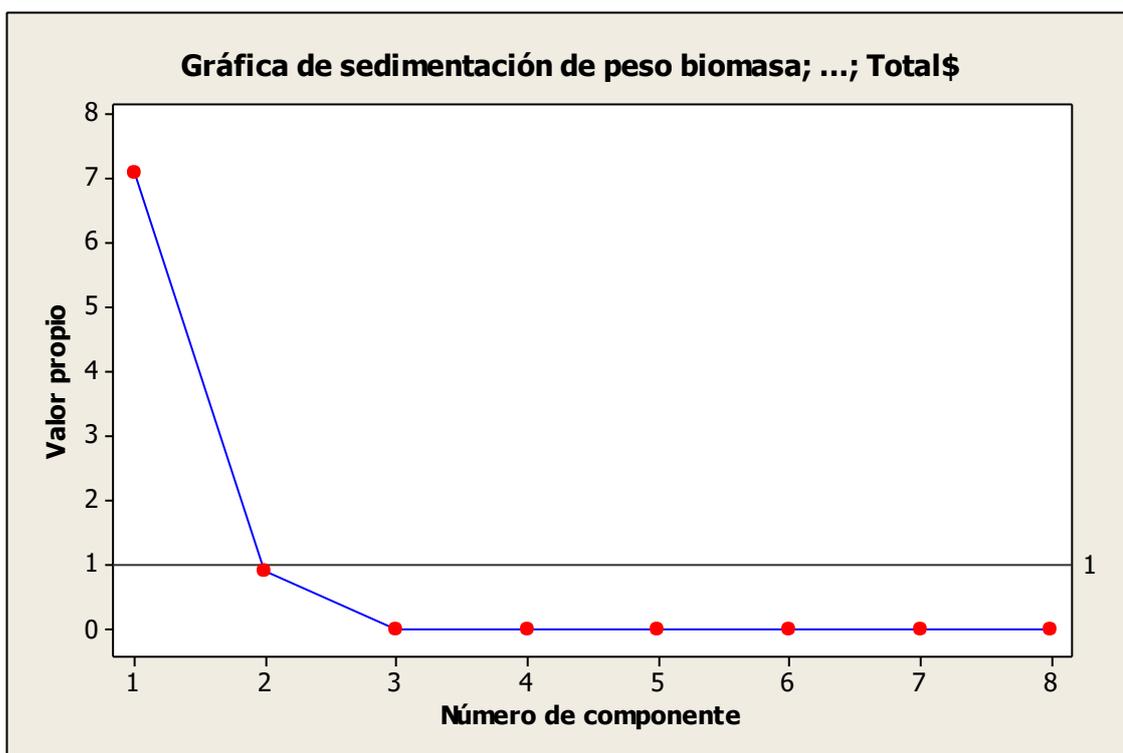


Figura 15. Contenido de sedimentación de peso biomasa, ...; Total \$.

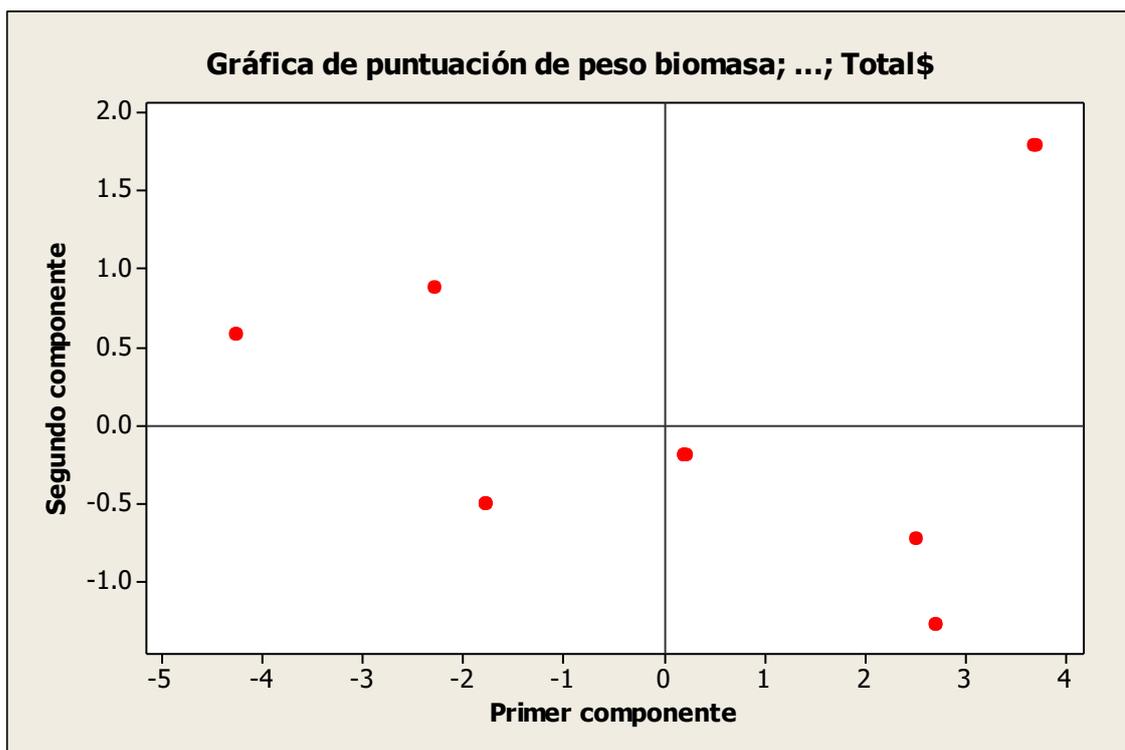


Figura 16. Contenido de puntuación de peso biomasa, ...; Total \$.

### 3.4. Contenido nutricional del suelo

En la tabla 20, se muestra los resultados del análisis de fertilidad del suelo, sector El Carmen, caserío El Carrizo, Lambayeque. Los datos determinados nos indica que se trata de un suelo mediamente básico ( $\text{pH}=7.68$ ), no salino ( $\text{CE}=0.19$ ), bajo contenido de carbonato de calcio (0.00%), bajo contenido de materia orgánica (0.22%), bajo en fósforo (6 mg/kg) y medio en potasio (136 mg/kg), la CIC es bajo (8.30 meq/100g), calcio medio (7.20 meq/100g), magnesio muy bajo (0.20 meq/100g), potasio bajo (0.22 meq/100g), sodio muy bajo (0.08 meq/100g). En cuanto a las relaciones catiónicas, la relación calcio/magnesio 39.0 es deficiente en magnesio, calcio/potasio 34.92 deficiente en potasio, magnesio/potasio 0.90 deficiente en magnesio y potasio/magnesio 1.12 deficiente en magnesio. La clase textural pertenece a un suelo arenoso (DRISALAB, 2019).

El maíz prefiere suelos francos,  $\text{pH}$  entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan, requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

En relación al contenido nutricional del suelo, podemos indicar que es bajo en nitrógeno y fósforo, medio en potasio. La fertilización se hizo en base a los resultados del análisis del suelo y a lo que extrae la planta, la dosis empleada fue 180-100-160 de NPK y como fuentes se utilizó urea, fosfato monoamónico y sulfato de potasio respectivamente. La primera fertilización se realizó cuando la planta de maíz tuvo de 2 a 4 hojas verdaderas aplicando el 40% del nitrógeno y todo el 100% del fósforo y potasio, a palana en mezcla a 10 cm de la planta; la segunda fertilización cuando la planta tenía de 6 a 8 hojas verdaderas aproximadamente a los 40 días después de la siembra, utilizando el 60% del nitrógeno restante

La dosis de fertilización y la cantidad de nutrientes que aporta el suelo, es lo que se refleja en el contenido de nutrientes en las biomasa de la planta del híbrido simple 'Súper Maíz'.

Tabla 19.

Tenor de NPK en gramos en una planta. "Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple 'Super maíz' en el sector El Carmen Lambayeque -2020".

N°	N en gramos en una planta			Total N	P en gramos en una planta			Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K en gramos en una planta			Total K <sub>2</sub> O
	Tallo	Hoja	Panca		Tallo	Hoja	Panca		Tallo	Hoja	Panca	
1	0.27	0.23	0.29	<b>0.79</b>	0.58	0.01	0.02	<b>0.61</b>	0.58	0.19	0.20	<b>0.97</b>
2	0.31	0.29	0.30	<b>0.90</b>	0.65	0.02	0.02	<b>0.69</b>	0.65	0.24	0.21	<b>1.10</b>
3	0.26	0.21	0.28	<b>0.75</b>	0.54	0.01	0.02	<b>0.57</b>	0.54	0.17	0.19	<b>0.90</b>
4	0.32	0.31	0.28	<b>0.91</b>	0.68	0.02	0.02	<b>0.72</b>	0.68	0.26	0.19	<b>1.13</b>
5	0.29	0.26	0.29	<b>0.84</b>	0.61	0.02	0.02	<b>0.65</b>	0.61	0.22	0.20	<b>1.03</b>
6	0.27	0.23	0.28	<b>0.78</b>	0.58	0.01	0.02	<b>0.61</b>	0.58	0.19	0.19	<b>0.96</b>
7	0.29	0.26	0.29	<b>0.84</b>	0.61	0.02	0.02	<b>0.65</b>	0.61	0.22	0.20	<b>1.03</b>
8	0.31	0.29	0.31	<b>0.91</b>	0.65	0.02	0.02	<b>0.69</b>	0.65	0.24	0.21	<b>1.10</b>
9	0.29	0.26	0.29	<b>0.84</b>	0.61	0.02	0.02	<b>0.65</b>	0.61	0.22	0.20	<b>1.03</b>
10	0.27	0.23	0.29	<b>0.79</b>	0.58	0.01	0.02	<b>0.61</b>	0.58	0.19	0.20	<b>0.97</b>
11	0.27	0.23	0.29	<b>0.79</b>	0.58	0.01	0.02	<b>0.61</b>	0.58	0.19	0.20	<b>0.97</b>
12	0.31	0.29	0.31	<b>0.91</b>	0.65	0.02	0.02	<b>0.69</b>	0.65	0.24	0.21	<b>1.10</b>
13	0.26	0.21	0.28	<b>0.75</b>	0.54	0.01	0.02	<b>0.57</b>	0.54	0.17	0.19	<b>0.90</b>
14	0.29	0.26	0.29	<b>0.84</b>	0.61	0.02	0.02	<b>0.65</b>	0.61	0.22	0.20	<b>1.03</b>
15	0.32	0.31	0.28	<b>0.91</b>	0.68	0.02	0.02	<b>0.72</b>	0.68	0.26	0.19	<b>1.13</b>
<b>X</b>	<b>0.29</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.84</b>	<b>0.61</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.65</b>	<b>0.61</b>	<b>0.21</b>	<b>0.20</b>	<b>1.02</b>

Tabla 20:

Resultados de análisis físico – químico del suelo. Sector EL Carmen, Caserío el Carrizo – Lambayeque, 2019.

**Informe de laboratorio DRISALAB N° 005-2019**

Solicitud de análisis N° : 005-2019 Cultivo/proyecto : Maíz  
 Solicitante : Juan José Ventura Suclupe Fundo, predio : El Carmen, El Carrizo  
 Procedencia de la muestra : El Carmen, Lambayeque Fecha de recepción muestra : 10-09-2019  
 Tipo de análisis : Caracterización de rutina Fecha de reporte resultados : 19-09-2019

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

Código muestra suelo	pH (1:1)	CE (1:1) (ds/m)	CaCO <sub>3</sub> %	M.O %	P mg/kg	K mg/kg	CIC meq/100g	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Cationes básicos cambiables		Cationes ácidos cambiables		Relaciones catiónicas				Textura Distribución de partículas-USDA			D. ap. g/cm <sup>3</sup>
													Σ CB	% Sat. CB	Σ CA	% Sat. CA	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K/Mg	Ao %	Lo %	Ar %	
Ventura	7.68	0.19	0.00	0.22	6	136	8.30	7.20	0.20	0.22	0.08	0.00	8.30	100	0.00	0.00	39.00	34.32	0.90	1.12	91.68	0.56	7.76	1.65
Interpret.	Med. Básico	No salino	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	medio	Muy bajo	Bajo	Muy bajo						Defic. Mg	Defic. K	Defic. Mg	Defic. Mg	Clase textural: Arenoso			

### 3.5. Valoración económica de los nutrientes del rastrojo.

En la tabla 21, se muestra los tenores de NPK en una hectárea de rastrojo del híbrido simple ‘Súper Maíz’ en el sector El Carmen, caserío El Carrizo, Lambayeque, dando un mínimo de 17.48 N-14.00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-21.17 K<sub>2</sub>O, valorando con precios de fertilizante a precios del 2022, un valor promedio de 148.55 dólares americanos. Valor que se aprovecharía si se aplica la labranza de conservación, además de los microelementos y los beneficios de la materia orgánica tendría un impacto beneficioso para el capital del maicero.

Tabla 21.

Valoración económica. “Contenido de N-P-K en el rastrojo del híbrido simple ‘Super maíz’ en el sector El Carmen Lambayeque -2020”.

N°	Panca kg			Contenido/ha			Precio en U\$			Valor (U\$)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	5.69	3.94	3.94	16.37	16.79	20.92	37.35	31.00	54.00	122.35
2	6.75	0.75	4.50	19.31	13.96	22.06	77.31	26.00	57.00	160.31
3	5.83	0.94	3.96	15.17	12.44	18.63	60.72	23.00	48.00	131.72
4	5.83	0.79	3.96	19.06	15.42	23.58	76.31	29.00	61.00	166.31
5	5.69	0.35	3.94	17.27	14.02	22.19	69.14	26.00	58.00	153.14
6	6.25	0.67	4.17	16.98	12.38	18.10	67.97	23.00	47.00	137.97
7	6.13	1.06	4.16	17.21	14.13	21.18	68.89	26.00	55.00	149.89
8	6.42	0.75	4.35	18.75	14.60	22.78	75.06	27.00	59.00	161.06
9	5.69	0.35	3.94	17.27	14.02	22.19	69.14	26.00	58.00	153.14
10	6.56	0.67	4.38	17.29	12.37	19.64	69.21	23.00	51.00	143.21
11	6.12	1.00	4.16	16.33	13.28	20.00	65.38	25.00	52.00	142.38
12	6.42	0.75	4.35	18.75	14.60	22.78	75.06	27.00	59.00	161.06
<b>X</b>	<b>6.12</b>	<b>1.00</b>	<b>4.15</b>	<b>17.48</b>	<b>14.00</b>	<b>21.17</b>	<b>67.63</b>	<b>26.00</b>	<b>54.92</b>	<b>148.55</b>

Tabla 22.

*Composición estimada en % de los tejidos de la planta de maíz a la madurez.*

<b>Partes de la planta</b>	<b>Materia seca</b>	<b>N%</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>%</b>	<b>K<sub>2</sub>O%</b>	<b>Ca%</b>	<b>Mg%</b>
Hojas	12	2	0.25	1.6	0.3	0.25
Vainas	6	0.4	0.10	1.2	0.3	0.20
Tallos	22	0.7	0.11	1.2	0.1	0.09
Inflorescencia	1	0.7	0.10	1.0	0.1	0.08
<b>Mazorca</b>						
Grano	45	1.5	0.29	0.35	0.01	0.08
Coronta	8	0.2	0.12	0.40	0.09	0.06
Pancas	5	0.4	0.11	1.10	0.09	0.07
Pedúnculos	1	0.5	0.12	1.10	0.09	0.07

## IV. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en la que se efectuó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos, los resultados obtenidos con una confianza del 95% y un error  $\alpha=0.05$ , se concluye lo siguiente:

1. El mayor contenido de nitrógeno se encontró en las hojas con 0.52 gramos por 100 gramos de muestra, superando al contenido de la panca y tallo, que presentaron 0.28 y 0.17 gramos, que representan el 53.6, 28.9 y 17.5% respectivamente. Para fósforo el mayor contenido se encontró en el tallo con 0.36 gramos en 100 gramos de muestras, superando estadísticamente al contenido de hoja y este a la panca, que contiene 0.03 y 0.02 gramos, representando el 87.8, 7.3 y 4.9% respectivamente; mientras que para potasio se encontró 0.43, 0.36 y 0.19 gramos, que representan el 43.9, 36.7 y 19.4% respectivamente.
2. Se estimó los tenores de NPK en una hectárea de rastrojo, dando un mínimo de 17.48 N-14.00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-21.17 K<sub>2</sub>O, valorando con precios de fertilizante a precios del 2022, un valor promedio de 148.55 dólares americano. Valor que se aprovecharía si se aplica la labranza de conservación, además de los microelementos y los beneficios de la materia orgánica tendría un impacto beneficioso para el capital del maicero.
3. El contenido nutricional del suelo, nos indica que es bajo materia orgánica (0.22%), bajo en fósforo (6 mg/kg) y medio en potasio (136 mg/kg), la CIC es bajo (8.30 meq/100g), calcio medio (7.20 meq/100g), magnesio muy bajo (0.20 meq/100g), potasio bajo (0.22 meq/100g); por lo que, es necesario aplicar materia orgánica y nutrientes al suelo.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda mediante el sistema de labranza por conservación, incorporar el rastrojo para mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, redundando en una menor exigencia de agua y de nutrientes.
2. Realizar trabajos de investigación complementarios en base a los resultados obtenidos y con otros genotipos de maíz en otras localidades con líderes agrarios para comparar dichos resultados.

## VI. REFERENCIAS

1. Álvarez, R. S., Ch, J. C., Mendoza, C. C., Panizo, R. S., & Sevillano, R. B. 2017. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. In Anales Científicos (Vol. 78, No. 2, pp. 232-240). Universidad Nacional Agraria La Molina.
2. Box Ge, Hunter Js, Hunter W G. 2008. Estadística para investigadores Diseño, Innovación y descubrimiento. Barcelona, España. Segunda Edición. Editorial Reverté S.A.
3. Carlos, R & Mendoza, M.; Germán, D & Tirado, G., Deli, N. 2015. Degradación in situ y patrones de fermentación del rastrojo de maíz (*Zea mays L.*) tratado con enzimas exógenas en vacas Holstein. Inter ciencia, 40(10), 716-721.[fecha de Consulta 26 de septiembre de 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
4. Cerrilla, *et al.* 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. Interciencia, 37(5), 395-399. [fecha de Consulta 26 de septiembre de 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33922756011>
5. CIMMYT. 2012. Población y producción de maíz en el mundo. Curso internacional de Fenotipado. Chiclayo Perú. Agosto del 2012.
6. Envasescelulosicos. 2010. Propiedades de La Chala de Maíz <https://envasescelulosicoschalademaiz.blogspot.com/2010/10/propiedades-de-la-chala-de-maiz>.
7. Cruz, E. 2018. Alto rendimiento sustentable en el maíz, Conferencia Magistral "Alto rendimiento sustentable en el maíz " por el Ing. Ernesto Cruz González, director general de Grupo ATIDER. Chapingo México <https://www.youtube.com/watch?v=2wtc40fRUOE>
8. Chávez, G. 2020. Diagnóstico de los suelos, separata del curso del cultivo de cereales, Facultad de Agronomía. UNPRG. Lambayeque, Perú.
9. Chávez, G., Poma, R y Ruiz, R. 2022. Estudio agrologico del valle Chancay Lambayeque

10. Beadle , G. 2016. Estalló el Secreto: El Misterioso Origen del Maíz | HHMI BioInteractive Video), ((<https://www.youtube.com/watch?v=nwvY7ZdDkLc>),
11. CIMMYT. 2012. Población y producción de maíz en el mundo. Curso internacional de Fenotipeado. Chiclayo Perú. Agosto del 2012
12. Envasescelulosicos. 2010. Propiedades de La Chala de Maíz  
<https://envasescelulosicoschalademaiz.blogspot.com/2010/10/propiedades-de-la-chala-de-maiz>.
13. Fernández, M. 2007. Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XLI (2), 51-57. [fecha de Consulta 19 de Septiembre de 2021]. ISSN: 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>
14. Frutos, C., Marhuenda, E. 2015. Nuevas alternativas para el análisis del suelo y planta: Rayos X y Resonancia Magnética. D.F. México. Tercera edición Simposio Internacional "Por México Hablemos del Maíz"  
<https://www.youtube.com/watch?v=J7-NgPqiKoA&t=25s>
15. García, D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de [www.intagri.com](http://www.intagri.com) México. 4 p.
16. INEI. 2020. 09-informe-tecnico-panorama-economico-departamental-jul-2020.INEI [inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-panorama-economico-departamental-jul-2020.pdf](http://inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-panorama-economico-departamental-jul-2020.pdf)
17. Injante, P. 2009. Manejo Integrado del cultivo de maíz amarillo duro. Lambayeque. 15p.
18. Injante, P. & Joyo, G. 2010. Curso – Taller: Manejo integrado de maíz amarillo duro. Universidad Nacional Agraria La Molina. La libertad, Perú.
19. INTAGRI. 2016. Formas Químicas de Absorción del Nitrógeno Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/formas-quimicas-de-absorcion-del-nitrogeno>
20. Manrique, A. 1990. El Maíz en el Perú. Banco Agrario del Perú. Edigraf Limusa S.A.276 p.
21. Manrique, A. 1986. El maíz en el Perú. 1ra Edición Editorial EDIGRAF. Lima – Perú. 1986, 344 pág.

22. Márquez, E. 1985. Genotecnia Vegetal. Tomo I. Métodos, teoría y resultados. AGT Editor, S.A. México, D. E 356 p.  
<http://www.inia.gob.pe/eeas/banosdelinca/logros/logrosoct8.html>
23. Martínez, R. 1995. Coeficientes de variabilidad Agronomía Tropical. 20(2): 81-95.
24. Martínez, G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- Mexico.
25. Martínez. O.; Aramendis, H; Torregroza, C. 2009. Selección masal divergente por prolificidad en maíz y sus efectos en las características de la espiga. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Fecha de acceso: 12 de setiembre del 2012 de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21136>
26. Mengel, K y Kirkby, E. 2000. Principios de Principios de Nutrición Nutrición Vegetal. <file:///H:/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf>.
27. Molina, E. 2002, Análisis de Suelos y su Interpretación. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica [eamolina@cariari.ucr.ac.cr](mailto:eamolina@cariari.ucr.ac.cr)  
<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
28. Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
29. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2020. Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura  
<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
30. Quero. E. 2015. Manejo orgánico del suelo en maíz, conferencia 1 y 2 Tercera edición Simposio Internacional "Por México Hablemos del Maíz". Profesor, investigador, científico y consultor de la empresa CYCASA. D.F. México Quero Gutiérrez Edgar. (2015).
31. Quirós, R., & Ramírez, C. 2006. Efecto de rastrojos en el nitrógeno de biomasa microbiana en un agroecosistema arrocero inundado. Agronomía Mesoamericana, 17(2) 167-178 [fecha de Consulta 26 de Septiembre de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717204>.

32. Ramírez, S. 2015. Fisiología y manejo de la planta del maíz. Coordinador Técnico de CYCASA, S. C. D.F. México. Tercera edición Simposio Internacional "Por México Hablemos del Maíz"
33. Restrepo, J. 2013. Minerales y harina de rocas: Rocas y suelo en manos campesinas (Documental) México. <https://www.youtube.com/watch?v=qj7n8iwjCuA>
34. Rimachi, P. 2006. Producción de maíz amarillo duro en el Perú. Lima.
35. Ruiz, C. 2015. Rastrojos de cultivos y residuos forestales Centro Regional De Investigación de Quilamapu Chillan chile 2015.
36. Toma y Rubio, 2008, Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342 p.
37. Warren *Thorntwaite* – SENAMHI. 2020. *Clasificación Climática*  
[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Warren+Thorntwaite+-+SENAMHI+%282020%29+Clasificaci%C3%B3n+Clim%C3%A1tica+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Warren+Thorntwaite+-+SENAMHI+%282020%29+Clasificaci%C3%B3n+Clim%C3%A1tica+&btnG=)
38. Yáñez, G. 2007. Manual de producción de maíz para pequeños agricultores. FAO, INAMHI, MAG. Quito, Ecuador. 23 p.
39. Yara. 2022. Nutrición vegetal del maíz. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/maiz/resumen-nutricional/>  
<http://www.inia.gob.pe/eeas/banosdelinca/logros/logrosoct8.html>

## ANEXOS

### 1. Análisis de varianza para contenido de NPK

#### 1.1. Contenido de nitrógeno (N)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
n	12	1.00	0.99	3.86

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.26	5	0.05	330.60	<0.0001
BLOQUE	8.7E-04	3	2.9E-04	1.86	0.2376
Parte	0.26	2	0.13	823.71	<0.0001
Error	9.3E-04	6	1.6E-04		
Total	0.26	11			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0002 gl: 6

BLOQUE Medias n E.E.

2.00	0.34	3	0.01	A
4.00	0.32	3	0.01	A
3.00	0.32	3	0.01	A
1.00	0.31	3	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0002 gl: 6

Parte Medias n E.E.

Hoja	0.52	4	0.01	A
Panca	0.28	4	0.01	B
Tallo	0.17	4	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### 1.2. Contenido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P	12	1.00	0.99	10.06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.30	5	0.06	317.15	<0.0001

BLOQUE	6.7E-05	3	2.2E-05	0.12	0.9465
Parte	0.30	2	0.15	792.71	<0.0001
Error	1.1E-03	6	1.9E-04		
Total	0.30	11			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0002 gl: 6

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3.00	0.14	3	0.01	A
1.00	0.14	3	0.01	A
4.00	0.14	3	0.01	A
2.00	0.13	3	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0002 gl: 6

Parte	Medias	n	E.E.	
Tallo	0.36	4	0.01	A
Hoja	0.03	4	0.01	B
Panca	0.02	4	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 1.3. Contenido de potasio (K<sub>2</sub>O)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
K	12	0.99	0.98	5.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.12	5	0.02	92.00	<0.0001
BLOQUE	8.0E-04	3	2.7E-04	1.00	0.4547
Parte	0.12	2	0.06	228.50	<0.0001
Error	1.6E-03	6	2.7E-04		
Total	0.12	11			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0003 gl: 6

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1.00	0.34	3	0.01	A
4.00	0.33	3	0.01	A
3.00	0.32	3	0.01	A
2.00	0.32	3	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0003 gl: 6

Parte	Medias	n	E.E.	
Hoja	0.43	4	0.01	A
Tallo	0.36	4	0.01	B
Panca	0.19	4	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



2. Resultados de análisis físico – químico del suelo. Sector EL Carmen, Caserío el Carrizo – Lambayeque, 2019.



**DRISALAB EIRL**  
 Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación  
 E-mail: Drisalab@hotmail.com  
 Cel: 941882746  
 Dirección: Carretera a Pimentel Km 1.5 (El Ingreso es Frente a la UCV)  
 Mz L. Lote 7, P.J Miguel Grau (Frente al Colegio Virgen de Cortés de la Molina Alta)

**INFORME DE LABORATORIO DRISALAB N° 005-2021**

Solicitud de análisis N° : 005-2021  
 Solicitante : ING° VENTURA  
 Procedencia de la Muestra : -----  
 Tipo de análisis : Caracterización de rutina

Cultivo / Proyecto : -----  
 Fundo, Predio, Coordenadas, Área. : -----  
 Fecha de recepción de muestras. : 10-09-2021  
 Fecha de reporte de resultados. : 19-09-2021

**RESULTADOS DE ANÁLISIS**

Código de Muestra (suelo)	pH (1:1)	CE (1:1) (ds/m)	CaCO <sub>3</sub> %	M.O %	P mg/kg	K mg/kg	CIC meq/100g	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Cationes básicos cambiables		Cationes Ácidos cambiables		Relaciones Cationicas				Textura: Distribución de Partículas-USDA			D. ap g/cm <sup>3</sup>
								Cationes Cambiables meq/100g					∑ CB	%Sat CB	∑ CA	%Sat CA	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K/Mg	Ao %	Lo %	Ar %	
								7.20	0.20	0.22	0.08	0.00	8.30	100	0.00	0.00	39.00	34.92	0.90	1.12	91.68	0.56	7.76	
ING° VENTURA	7.68	0.19	0.00	0.22	6	136	8.30	7.20	0.20	0.22	0.08	0.00	8.30	100	0.00	0.00	39.00	34.92	0.90	1.12	91.68	0.56	7.76	1.65
Interpretación	Medianam. básico	No salino	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Muy bajo	Bajo	Muy Bajo						Defic. Mg	Defic. K	Defic. Mg	Defic. Mg	Clase textural: Arenoso			

  
 .....  
 ING° AGRON. ROSO PASACHE CHAPAÑAN  
 REG. CIP N° 132471  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
**Drisalab**  
LABORATORIO AGRÍCOLA ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

### **3. Resultados de análisis de hoja**

**INFORMACION GENERAL**

CLIENTE	<b>CYSAG E.I.R.L</b>	CULTIVO	-
DIRECCION	Mza. G Lote. 15 A.H. Miguel Grau Seminario -Pimentel - Chiclayo	LUGAR / ZONA	Chiclayo
RUC	20561187488	FECHA DE MUESTREO	-
ENSAYOS SOLICITADOS	Análisis de Macronutrientes	FECHA DE INICIO	5/08/2021
PROPIETARIO	Roso Pasache Chapañan	FIN DE ENSAYO	14/08/2021
ID ANOBA	FO210902	ID CLIENTE	Rastrojo de Maiz (Hoja)

**RESULTADO DE ANALISIS**

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	RESULTADO
<b>MACRONUTRIENTES</b>			
Nitrógeno	( N )	g/100g	0.52
Fósforo	( P )	g/100g	0.03
Potasio	( K )	g/100g	0.43

**ANEXO**

PARAMETROS	UNIDADES	METODO	TECNICA
Nitrógeno Total	%	AOAC Official Method 955.04 Nitrógeno (Total ) in Fertilizantes Kjeldahl Method	Volumetrica
Fósforo Total	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AOAC Official Method 958.01 Phosphorus (Total) in Fertilizers. Spectrophotometric Molybdovanadophosphate Method	Espectrofotometría Visible
Potasio Total	% K <sub>2</sub> O	TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods	Espectroscopia de Absorción Atómica



#### **4. Resultado de análisis de tallo**

**INFORMACION GENERAL**

<b>CLIENTE</b>	<b>CYSAG E.I.R.L</b>	<b>CULTIVO</b>	-
<b>DIRECCION</b>	Mza. G Lote. 15 A.H. Miguel Grau Seminario -Pimentel - Chiclayo	<b>LUGAR / ZONA</b>	Chiclayo
<b>RUC</b>	20561187488	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	-
<b>ENSAYOS SOLICITADOS</b>	Análisis de Macronutrientes	<b>FECHA DE INICIO</b>	5/08/2021
<b>PROPIETARIO</b>	Roso Pasache Chapoñan	<b>FIN DE ENSAYO</b>	14/08/2021
<b>ID ANOBA</b>	FO210903	<b>ID CLIENTE</b>	Rastrojo de Maiz (Tallo)

**RESULTADO DE ANALISIS**

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	RESULTADO
<b>MACRONUTRIENTES</b>			
Nitrógeno	( N )	g/100g	0.17
Fósforo	( P )	g/100g	0.03
Potasio	( K )	g/100g	0.36

**ANEXO**

PARAMETROS	UNIDADES	METODO	TECNICA
Nitrógeno Total	%	AOAC Official Method 955.04 Nitrógeno (Total ) in Fertilizantes Kjeldahl Method	Volumetrica
Fósforo Total	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AOAC Official Method 958.01 Phosphorus (Total) in Fertilizers. Spectrophotometric Molybdo vanadophosphate Method	Espectrofotometría Visible
Potasio Total	% K <sub>2</sub> O	TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods	Espectroscopia de Absorción Atómica



## **5. Resultado de análisis de panca**

**INFORMACION GENERAL**

CLIENTE	<b>CYSAG E.I.R.L</b>	CULTIVO	-
DIRECCION	Mza. G Lote. 15 A.H. Miguel Grau Seminario -Pimentel - Chiclayo	LUGAR / ZONA	Chiclayo
RUC	20561187488	FECHA DE MUESTREO	-
ENSAYOS SOLICITADOS	Análisis de Macronutrientes	FECHA DE INICIO	5/08/2021
PROPIETARIO	Roso Pasache Chapoñan	FIN DE ENSAYO	14/08/2021
ID ANOBA	FO210904	ID CLIENTE	Rastrojo de Maiz (Mazorca)

**RESULTADO DE ANALISIS**

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	RESULTADO
<b>MACRONUTRIENTES</b>			
Nitrógeno	( N )	g/100g	0.28
Fósforo	( P )	g/100g	0.02
Potasio	( K )	g/100g	0.19

**ANEXO**

PARAMETROS	UNIDADES	METODO	TECNICA
Nitrógeno Total	%	AOAC Official Method 955.04 Nitrógeno (Total ) in Fertilizantes Kjeldahl Method	Volumetrica
Fósforo Total	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AOAC Official Method 958.01 Phosphorus (Total) in Fertilizers. Spectrophotometric Molybdovanadophosphate Method	Espectrofotometría Visible
Potasio Total	% K <sub>2</sub> O	TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods	Espectroscopia de Absorción Atómica



**6. Laminas fotográficas**



**Parcela experimental sector El Carmen, Caserío El Carrizo – Lambayeque. Estado reproductivo**



**Parcela experimental sector El Carmen, Caserío El Carrizo – Lambayeque. Estado de maduración**



**Campo experimental sector El Carmen, Caserío El Carrizo – Lambayeque. Estado de maduración**





**Recojo de muestras de hojas para análisis, sector El Carmen, Caserío El Carrizo –  
Lambayeque**



**Recojo de muestras de panca para análisis, sector El Carmen, Caserío El Carrizo –  
Lambayeque**



**Recojo de muestras de tallo para análisis, sector El Carmen, Caserío El Carrizo –  
Lambayeque**



**Rastrojo de maíz para ser incorporado al terreno, sector El Carmen, Caserío El  
Carrizo – Lambayeque**

## 7. Fenología del maíz en EMBRAPA

### Estado 0

- ✓ Germinación/Emergencia
- ✓ La plántula usa la sustancia de reserva para el crecimiento
- ✓ Temperatura de 25 a + son limitantes
- ✓ Crecimiento de raíces seminales
- ✓ Se define la población y su densidad
- ✓ Las raíces no superan el tamaño de la parte aérea de la plántula.
- ✓ Disponibilidad en el suelo del fósforo, potasio y boro.
- ✓ El requerimiento de nitrógeno es mínimo.
- ✓ La plántula requiere un mínimo en agua



### Estado 1

- ✓ Planta con 04 hojas
- ✓ Inicio de crecimiento de las raíces adventicias (a partir de la base subterráneas)
- ✓ Cuidado de daños mecánicos afecta área foliar
- ✓ A la emisión de la quinta hoja ocurre la diferenciación floral y se define la producción potencial.
- ✓ Crecimiento intenso de las raíces.
- ✓ Requerimiento del Fósforo; potasio es alto.
- ✓ El requerimiento del nitrógeno es mínimo.
- ✓ Importante controlar las plagas (gusano de tierras) y de insectos vectores de virus.



## Estado 2

- ✓ Planta con 08 hojas
- ✓ Conocida como fase cartucho.
- ✓ Inicio acelerado del crecimiento de las plantas (aprox. a los 35 días después de la siembra.)



## Estado 3

- ✓ Planta con 12 hojas
- ✓ Inicio del periodo crítico a la falta de agua.
- ✓ Formación de la mazorca y de su tamaño.
- ✓ Tiene el 85% del índice del área foliar máximo.
- ✓ Etapa que transloca los nutrientes a la mazorca.
- ✓ La destrucción de la hoja superior (Hoja bandera) ocasiona pérdida del 20 %
- ✓ Puede perder 2 - 4 hojas basales



## Estado 4

- ✓ Emisión de panoja y mazorca
- ✓ Mazorca en fase de crecimiento que comienza a verse en la planta.
- ✓ La falta de agua reduce la oportunidad de emisión de 1 –2 mazorcas (Prolificidad)
- ✓ Estigma expuesto por 3- 4 días
- ✓ El estrés hídrico; temperatura elevada
- ✓ (mayores a 35°C y excesiva humedad )
- ✓ Afecta el rendimiento al reducir significativamente la producción de la polinización.
- ✓ Definición de la forma del grano (redondo)



### Estado 5

Polinización (10 –15 días)

Exposición de anteras y dispersión del polen

Pistilos expuestos 3-5 días



### Estado 6

- ✓ Granos lechosos
- ✓ Acentuada translocación de foto- asimilados
- ✓ Define el llenado y peso del grano
- ✓ Tamaño de las semillas
- ✓ Inicio de la formación del embrión
- ✓ Falta de agua reduce la producción y el exceso afecta la calidad del grano



### Estado 7

Grano pastoso

Define la calidad fisiológica y sanitaria de la semilla

Aumenta la consistencia de grano transformado de sustancias solubles a almidón



### Estado 8

- ✓ Grano harinoso
- ✓ Crecimiento del embrión y del endosperma
- ✓ Máxima expresión de los síntomas a las enfermedades de la mazorca
- ✓ Mucha agua favorece el acame



- ✓ La lluvia afecta calidad y cantidad de rendimiento

### Estado 9

- ✓ Grano morfológicamente completo
- ✓ Inicio de secado de las hojas
- ✓ Suspender el agua



### Estado 10

- ✓ Aparece la capa negra en el grano
- ✓ Granos con 32 – 37% de humedad (cultivares precoces)
- ✓ Máxima producción (peso seco del grano)
- ✓ Se puede iniciar la cosecha del maíz.



### Fases fenológicas del maíz



EDAD : 4 MESES



**Etapa vegetativa**

**Etapa reproductiva**

## Informe de Tesis

### FUENTES DE INFORMACIÓN



### FUENTES INCLUIDAS

1	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	 Ing. M. E. Gilberto Ochoa Soto Ocho INGENIERO AGRÓNOMO REG. C.O.F. 27788 ESPECIALISTA EN MAZ	5%
2	<b>Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo</b> Trabajo del estudiante		2%
3	<b>repositorio.unprg.edu.pe:8080</b> Fuente de Internet		2%
4	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet		1%
5	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet		1%
6	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet		1%
7	<b>www.inia.gob.pe</b> Fuente de Internet		1%
8	<b>www.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet		1%
9	<b>www.yara.com.pa</b> Fuente de Internet		1%



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de sus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Juan Jose Ventura Suckape
Título del ejercicio:	LESUTA 9
Título de la entrega:	Informe de Tesis
Nombre del archivo:	Informe_final_JJ_Ventura.pdf
Tamaño del archivo:	2.10M
Total páginas:	71
Total de palabras:	14,096
Total de caracteres:	75,604
Fecha de entrega:	06-jun-2022 12:13a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	1851291525

