



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN SUELOS ENTISOLES
DE PUERTO INCA, NARANJAL – ECUADOR
TRABAJO DESCRIPTIVO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

AUTOR

SIGCHO FIGUEROA MILENA ALEJANDRA

TUTOR

SUAREZ ARELLANO FRANCISCO CESAR

MILAGRO – ECUADOR

2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **SUAREZ ARELLANO FRANCISCO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea Mays*), EN SUELOS ENTISOLES DE PUERTO INCA, NARANJAL – ECUADOR**, realizado por la estudiante **SIGCHO FIGUEROA MILENA ALEJANDRA**; con cédula de identidad N° 0929076891 de la carrera **INGENIERIA AGRONÓMICA**, Unidad Académica **Milagro**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. SUAREZ ARELLANO FRANCISCO MSc.

Milagro, 24 de agosto del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

+

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN SUELOS ENTISOLES DE PUERTO INCA, NARANJAL – ECUADOR”**, realizado por la estudiante **MILENA ALEJANDRA SIGCHO FIGUEROA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

.....
MARTILLO JUAN JAVIER M.Sc.
PRESIDENTE

.....
MARTINEZ CARRIEL TAYRON, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

.....
SUAREZ ARELLANO FRANCISCO, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

.....
MARTINEZ ALCIVAR FERNANDO, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 24 de agosto del 2020

Dedicatoria

A mis padres, con mucho cariño.

Agradecimiento

A Dios por darme fuerzas para poder seguir siempre adelante. A mi padre y madre por estar siempre a mi lado apoyándome e inspirándome. A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en este proceso de formación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **SIGCHO FIGUEROA MILENA ALEJANDRA**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN SUELOS ENTISOLES DE PUERTO INCA, NARANJAL – ECUADOR** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 24 de agosto del 2020

SIGCHO FIGUEROA MILENA ALEJANDRA
C.I. 0929076891

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras	12
Resumen	13
Abstract	14
1. Introducción	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos	18
1.7 Hipótesis.....	19
2. Marco teórico	20
2.1 Estado del arte	20
2.2 Bases teóricas.....	21
2.2.1 Origen e importancia.....	21
2.2.2 Taxonomía	22
2.2.3 Morfología.....	22

2.2.3.1 Raíz.....	22
2.2.3.2 Tallo.....	22
2.2.3.3 Hojas	22
2.2.3.4 Flores	23
2.2.3.5 Fruto.....	23
2.2.3.6 Grano	23
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	23
2.2.4.1 Suelo	23
2.2.4.2 Clima	23
2.2.4.3 Agua.....	24
2.2.5 Fenología	24
2.2.6 Requerimientos Nutricionales.....	25
2.2.6.1 Macronutrientes	25
2.2.6.2 Micronutrientes	27
2.2.7 Híbridos	28
2.2.8 Uso de híbridos.....	28
2.2.8.1 Características de Trueno.....	29
2.2.9 Tipos de Suelos	29
2.2.10 Curvas de absorción de nutrientes	30
2.2.11 Análisis de suelo.....	30
2.2.12 Programas de fertilización	31
2.3 Marco legal	32
2.3.1 Artículo 281	32
2.3.2 Artículo 408, 409, 410, 411, 412.....	32
2.3.3 Normas de comercialización del Maíz amarillo duro.....	32
3. Materiales y métodos.....	33
3.1 Enfoque de la investigación	33

3.1.1 Tipo de investigación	33
3.1.1.1 <i>Nivel de la Investigación</i>	33
3.1.2 Diseño de investigación	33
3.2 Metodología	34
3.2.1 Variables.....	34
3.2.1.1 <i>Variables dependientes</i>	34
3.2.1.2 <i>Variables independientes</i>	34
3.2.2 Localización geográfica	34
3.2.3 Datos meteorológicos	34
3.2.4 Diseño del experimento	35
3.2.5 Diseño de la investigación	35
3.2.6 Recolección de datos	36
3.2.6.1 <i>Costos de producción</i>	37
3.2.7 Materiales y equipos de oficina	37
3.3 Métodos y técnicas.....	37
3.3.1 Manejo del cultivo.....	38
3.3.1.1 <i>Preparación de suelo y toma de muestras de suelo inicio/final</i>	38
3.3.1.2 <i>Siembra</i>	40
3.3.1.3 <i>Labores culturales</i>	41
3.3.1.4 <i>Uso de pesticidas</i>	41
3.3.1.5 <i>Fertilización</i>	41
3.3.1.6 <i>Cosecha</i>	43
3.3.2 <i>Toma de datos</i>	43
3.3.2.1 <i>Relación grano tuza</i>	43
3.3.2.2 <i>Análisis foliar</i>	45
3.3.2.3 <i>Análisis de suelos</i>	46
4. Resultados.....	48

4.1 Nutrientes en cada etapa fenológica del maíz duro.....	48
4.1.1 Nitrógeno durante el desarrollo vegetativo, floración y madurez fisiologica.....	48
4.1.2 Fosforo durante el desarrollo vegetativo, floración.	49
4.1.3 Potasio durante el desarrollo vegetativo, floración.	50
4.2 Macronutrientes N, P, K y micronutrientes absorbidos durante el ciclo vegetativo de maíz	51
4.3 Plan de fertilización acorde a la absorción de nutrientes.	55
5. Discusión.....	58
6. Conclusiones	59
7. Recomendaciones	60
8. Bibliografía	61
9. Anexos.....	69

Índice de tablas

Tabla 1. Datos meteorológicos.....	34
Tabla 2. Delimitación del estudio.....	36
Tabla 3. Costo de producción para una hectárea	37
Tabla 4. Informe de análisis de suelo inicial	39
Tabla 5. Informe de análisis de suelo final	40
Tabla 6. Aplicación g/planta	42
Tabla 7. Aplicación fraccionada para 65000 plantas	42
Tabla 8. Peso de Grano - Tusa	44
Tabla 9. Valores estimados rendimiento – grano /tusa.....	45
Tabla 10. Porcentaje de nutrientes absorbidos por la planta en etapas fenológicas.....	46
Tabla 11. Valores en Kg/ha de nutrientes según análisis de suelo.....	47
Tabla 12. Niveles de absorción del N.....	48
Tabla 13. Niveles de absorción del P	49
Tabla 14. Niveles de absorción del K.....	50
Tabla 15. Resumen de elementos absorbidos por el cultivo en muestras foliares.....	51
Tabla 16. Nutrientes VS plantas.....	53
Tabla 17. Plan de Fertilización	55
Tabla 18. Plan de Fertilización	56
Tabla 19. Balanceo de fertilizantes	57

Índice de figuras

Figura 1. Diseño de campo	35
Figura 2. Interpretación de suelo Iniap.....	42
Figura 3. Curvas de Niveles de Nitrógeno	48
Figura 4. Niveles de absorción del P	49
Figura 5. Niveles de Potasio	50
Figura 6. Absorción de nutrientes.....	52
Figura 7. Absorción Vs Aplicación.....	54

Resumen

La presente investigación se realizó en el Cantón Naranjal, con el objetivo de determinar curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays*), a causa del actual uso de híbridos de altos rendimientos y suelos de baja demanda de nutrientes, siendo esta una manera de conocer el consumo de un cultivo durante su ciclo de vida. Para elaborar las curvas de absorción de N, P, y K para el híbrido Trueno se utilizó un área de 250 m², con un total de 1571 plantas dividida en 10 lotes, cuyas muestras se tomaron al azar por etapa fenológica a los 45, 90 y 120 días, para luego analizar los tejidos y determinar los nutrientes absorbidos por etapa fenológica. Dando como resultado que en la zona el maíz absorbió en kg/ha: N= 82, P= 9.7, K= 99.5, Ca= 17.8, Mg= 8.8, hasta los 120 días, estimando un rendimiento de 90 quintales por hectárea. Concluyendo que, a los 90 días la planta absorbe el mayor porcentaje de todos nutrientes, a excepción del Fósforo, asumiendo que este nutriente es mayormente absorbido en la etapa vegetativa. Dando como resultado la elaboración de un plan de fertilización para el maíz Trueno no requiere un elevado contenido de nutrientes ya que menos del 20% de lo aplicado fue absorbido por la planta.

Palabras claves: absorción, curvas, fertilización, maíz, trueno, programa.

Abstract

The present research was carried out in the Naranjal canton, with the objective of determining nutrient absorption curves in the cultivation of corn (*Zea mays*), due to the current use of hybrids with high yields and soils with low nutrient demand, this being a way to know the consumption of a crop during its life cycle. To develop the N, P, and K absorption curves for the Thunder hybrid, an area of 250 m² was used, with a total of 1571 plants divided into 10 lots, whose samples were randomly taken by phenological stage at 45, 90 and 120 days, to then analyze the tissues and determine the nutrients absorbed by the phenological stage. As a result, the corn absorbed in kg / ha in the area: N = 82, P = 9.7, K = 99.5, Ca = 17.8, Mg = 8.8, up to 120 days, estimating a yield of 90 quintals per hectare. Concluding that, after 90 days, the plant absorbs the highest percentage of all nutrients, except for Phosphorus, assuming that this nutrient is mostly absorbed in the vegetative stage. As a result, the elaboration of a fertilization plan for Thunder corn does not require a high content of nutrients since less than 20% of what was applied was absorbed by the plant.

Key words: absorption, curves, fertilization, corn, thunder, program.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En Ecuador el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia “debido a sus diferentes usos fresco o seco, su utilización como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados, en el 2017 se produjeron 1,2 millones de toneladas de maíz en aproximadamente 200 000 hectáreas sembradas” (Castillo M. , 2018). Esto conlleva a mejorar rendimientos con el uso de semillas de mayor capacidad productiva esto podría ser posible, pero debido a su mayor potencial productivo, tienen mayor exigencia nutricional lo cual se convierte en punto clave para el sector maicero.

Sin embargo, los suelos del cantón Naranjal “son suelos minerales poco desarrollados, de dominancia de arcillas expansibles, y de difícil laboreo y muy ricos en fertilidad” (Calvache, 2017). Por lo consiguiente el manejo de la fertilización es importante para poder hacer que todos los elementos retenidos en el suelo, estén disponibles para las plantas, para así determinar dosis de fertilización y el momento adecuado para su adición ya que estos parámetros son pocos conocidos hasta en cierto punto de forma subjetiva se realiza esta labor, haciendo el uso excesivo de fertilizantes causando la degradación y empobrecimiento del suelo o en el peor de los casos productores que no realizan ninguna fertilización extrayendo elementos fundamentales del suelo.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el cantón Naranjal, se presentan en los cultivos baja productividad debido al uso intensivo del suelo, factores climáticos, erosión e inadecuado uso de

fertilizantes los factores en mención causan baja producción “el maíz tiene una gran capacidad de acumulación de biomasa y al mismo tiempo de absorción de nutrientes, lo que a su vez hace que la productividad del cultivo sea dependiente de la fertilidad del suelo”. (Caicedo, 2017)

El uso inclusivo e inadecuado de fertilizantes sintéticos es nocivo, debido al desequilibrio que se provoca en la propiedades físicas y químicas en el suelo, “uso irracional de fertilizantes sintéticos, plaguicidas y malas prácticas agrícolas, que el agricultor realiza en forma permanente en sus labores, ha llevado a generar cultivos de baja productividad”. (Badillo, 2016)

La pérdida de la fertilidad del suelo es un proceso que afecta negativamente la biofísica interna del suelo para soportar vida en un ecosistema, esto ha sido provocado por labores culturales realizadas erróneamente por el productor como; quemas, producción continua de cultivos o monocultivos, siembra sin la redistribución de nutrientes al suelo, uso excesivo de sales, pesticidas en suelos entre otros. Siendo muy afectado el sector de Puerto Inca ya que el cultivo de maíz actualmente tiene los más altos costos de producción lo cual no lo hace rentable.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influye la absorción de macro nutrientes en las etapas fenológicas del maíz para mejorar rendimientos?

1.3 Justificación de la investigación

En la presente investigación se elaboró “las curvas de absorción de nutrientes que es información útil para afianzar los programas de fertilización, mejorando la eficiencia en las aplicaciones de fertilizantes”. (Mendez, 2017). Por lo tanto, la fertilización será razonada y así aumentará rendimientos ya que se ahorraría en

fertilizantes edáficos y las aplicaciones serian precisas de acuerdo al requerimiento del cultivo.

Por ello es importante también conocer el desarrollo del cultivo y las etapas de mayor necesidad de nutrimentos durante la producción pues de esa forma se pueden ofrecer al cultivo las condiciones adecuadas para obtener rendimientos altos y determinando estos parámetros el productor maicero del cantón Naranjal podría contrarrestar el uso excesivo de fertilizantes, es decir un manejo convencional razonable bajando costos de insumos, aplicados en los momentos precisos para que su asimilación sea efectiva así obteniendo rendimientos altos.

Según MAG (2016) “En el proyecto de actualización de suelos a nivel nacional en la zona del cantón Naranjal, parroquia San Carlos, recinto Puerto Inca, nos dice que existen suelos entisoles”. Siendo los suelos más cambiantes en requerimientos nutricionales.

Por lo antes mencionado esta investigación servirá como herramienta con la que podrán realizar planes nutricionales y determinar épocas puntuales de aplicación para ser más eficientes como la asimilación de macronutrientes N, P y K los cuales forman parte muy importante en el desarrollo de la planta lo cual mejora el rendimiento. Así mismo evitando el suministro de nutrientes en etapas fenológicas donde la planta no lo requiere o la absorción en bajas cantidades, para que “las aplicaciones de nutrientes no se conviertan en pérdidas de producto por lixiviación, escorrentía y evaporación para mantener la sostenibilidad del sistema, debe al menos reponerse al suelo las mismas cantidades de nutrientes que salen del campo para cultivo”. (Barahona , 2018). Para disminuir el costo de producción del cultivo ya que actualmente está muy elevado sobrepasando los \$1000 por hectárea

en la zona lo cual hace muy difícil obtener ganancias para los pequeños productores maiceros.

1.4. Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La presente investigación se realizó en el predio del Sr. Vicente Vega Guillen ubicado en el sector El Ciruelo, parroquia San Carlos, cantón Naranjal, provincia del Guayas, en un área de 250 m² en las coordenadas UTM: 17 S X 658054 - Y 9722059
- **Tiempo:** El tiempo que tomó la investigación es el ciclo del maíz se estimó seis meses.
- **Población:** Se estima beneficiar a 50 productores maiceros que se encuentran en el sector del cantón Naranjal, con el presente trabajo podrán usar las recomendaciones para poder economizar el uso de fertilizantes, lo cual induciría una rentabilidad.

1.5. Objetivo general

Obtener la curva de absorción de macronutrientes del cultivo de maíz (*Zea mays*), en un suelo entisol, en Puerto Inca – Naranjal

1.6. Objetivos específicos

- Analizar la cantidad de nutrientes en cada etapa fenológica durante el desarrollo vegetativo, floración y maduración.
- Determinar los macronutrientes N, P, K, absorbidos durante el ciclo vegetativo de maíz con el fin de describir gráficamente esta absorción a través de curvas ajustadas al comportamiento de los datos.
- Plantear un plan de fertilización acorde a la absorción de los nutrientes.

1.7. Hipótesis

Existe una relación de la absorción de nutrientes en cada una de las etapas fenológicas que además obteniendo esa información se podrá elaborar planes nutricionales para esta variedad de maíz en la zona de Puerto Inca.

El uso de planes nutricionales con base a las curvas de absorción de nutrientes mejorará y aumentarán rendimientos del maíz y la disminución de uso de fertilizantes.

El uso de variedades de maíz de altos rendimientos extrae mayor cantidad de elementos del suelo.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

“En la Estación Experimental de Costa Rica para determinar la absorción de nutrientes del maíz sembraron 120 plantas recibiendo un manejo agronómico convencional analizando las muestras en 7 diferentes épocas del ciclo de desarrollo del cultivo, presentando una absorción máxima total por hectárea de 111 kg de N, 43 kg de P_2O_5 , 168 kg de K_2O , 26 kg de CaO, 28 kg de MgO, concluyendo que la utilidad de conocer estos requisitos del cultivo, radica en que se puede reponer al suelo la cantidad de nutrimentos que son extraídos mediante la cosecha de la mazorca, y evitaría la degradación química del suelo y además asegura la sostenibilidad del sistema productivas”. (Fallas, 2015)

“En la Estación Experimental de INIA, en Venezuela se desarrolló la evaluación de curvas de absorción de nutrientes, se constó de 9 muestreos foliares a lo largo del ciclo de cultivo, desde los 27 días después de la siembra (dds) en la fase vegetativa hasta el día 88, y los resultados fueron que se desarrolló casi 18 toneladas, concluyó que los requerimientos totales de P, K y Mg deben suministrarse al momento de la siembra. Ya que existen 2 puntos críticos de absorción de N a los 41 a 46 días en la diferenciación floral y el segundo a los 76 a 88 días con el llenado del grano”. (Rengel, 2018)

La investigación que se ejecutó en la finca “La María”, en Quevedo, se empleó un diseño (DBCA) bajo la distribución de tres tratamientos y siete bloques para determinar la absorción de nutrientes en tres híbridos maíz dio como respuesta que el híbrido que demostró la mayor cantidad de N absorbido fue el DK-7508 con 14.57 kg, en el potasio (K) absorbido indica que el híbrido que presento el mayor promedio fue el UTEQ-101 con 11.78 kg t-1. concluyó que se requiere aproximadamente para

producir una tonelada de mazorca 14 N, 4 P, 11 K, 11 Ca, 3 Mg, y 1 S kg, por ende esto indica que para obtener altas producciones, es necesario optar por una fertilización contralada de acuerdo al análisis de suelo, supliendo sus necesidades específicas. (Caicedo, 2017)

“En la empresa Marejal S.A., en Quevedo, se planteó bajo un diseño DBCA, con cuatro repeticiones con distanciamiento de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre plantas dentro de la hilera, con una densidad de 62 500 plantas/ha, resultando la absorción fue cercana a 120 kg.ha de N en los tratamientos con fertilización la absorción del elemento promedió los 60 kg.ha⁻¹, valor 3 veces menor a los 180 kg.ha⁻¹ registrados para la madurez fisiológica concluyendo que la tendencia de las curvas de absorción de N, resaltan las de 15 a 30 DDS y de 45 a 90 DDS, donde la mayor inclinación que indicó mayor requerimiento de N”. (Remache y otros, 2016)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen e importancia

“Las teorías genéticas del maíz son muy diversas, pero parece bastante claro que se originó como planta cultivada en algún lugar de América Central (...) Se difundió por el resto del mundo; es actualmente uno de los cereales más cultivados”. (Perez P. , 2014, pág. 9)

“En cuanto a su aprovechamiento, todas las partes del maíz son utilizadas: el jugo de su caña verde para preparar bebidas como la chicha; las hojas para envolver tamales; las mazorcas se comen asados o hervidos, además sus usos en la agroindustria con más de 2500 productos elaborados que contienen maíz”.

Valverde (2015) A nivel de la provincia del Guayas tiene una demanda muy elevada en la elaboración de balanceados para comida de aves y cerdos.

2.2.2. Taxonomía

Según (Badillo, 2016) señala lo siguiente:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Orden: Poales

Familia: Poacea

Género: *Zea*

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays L*

Nombre común: Choclo, maiz duro

2.2.3. Morfología

2.2.3.1 Raíz

“Es fibrosa, blanca y cubierta de radículas capilares. A más de la raíz principal, el maíz arroja otras raíces en los nudos de la cofia que están cerca del cuello” (Guzman, 2017). Son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta.

2.2.3.2 Tallo

Andrino, (2014) “El tallo se compone de una vaina cilíndrica, el tamaño depende del número y distancia de entrenudos, en cada nudo se forma una hoja, en el último se forma la panoja que da lugar a la flor masculina”.

2.2.3.3 Hojas

Guacho, (2014) “Son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño. Se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes”.

2.2.3.4 Flores

“Posee dos aparatos florales diferentes; la espiga, colocada en el extremo superior del tallo, y la mazorca, que nace siempre en los nudos de la misma caña; los dos aparatos florales son esenciales para la fecundación y fructificación de la planta”. (Guzman, 2017, pág. 16)

2.2.3.5 Fruto

“En la mazorca están los granos dispuestos en filas longitudinales, sostenidas por un eje esponjoso y bajo buenas condiciones en control de plagas y enfermedades, adecuada humedad y fertilización, algunas producen dos mazorcas”. (Andrino, 2014)

2.2.3.6 Grano

“La cubierta de la semilla se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano y en su interior está el endospermo con el 85-90 % del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula”. (Coral, 2017)

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.4.1 Suelo

“Textura media franco arenosas, profundos, bien drenados y buena aireación de pH 5.5 – 7.0, sensible a la salinidad (nivel crítico 8 dS/m) y en suelos alcalinos desarrolla bien con tal que no se observe deficiencia de micro elementos”. (León , 2016)

2.2.4.2 Clima

Según Guadamu, (2019) “La temperatura optima es de 24° a 28°C y la precipitación: 550 mm a 2000 mm/año, aunque los agricultores realizan siembras

en invierno y verano, dependiendo del clima, en su mayoría realizan un solo ciclo en el año quienes pueden utilizar riego realizan hasta dos ciclos”.

2.2.4.3 Agua

“El maíz requiere de 750 litros de agua por kilogramo de grano producido, es muy estricto en la floración” (Coello, 2015) es decir si en esta etapa hay déficit de agua por uno o dos días se reducen los rendimientos en un 30 %, y llega hasta un 50 % si se prolonga por más de ocho días.

2.2.5 Fenología

“Se establece por dos fases fenológicas y dentro de estas se presentan períodos críticos, que son de intervalo breve y durante estas la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, reflejado en el rendimiento del cultivo”. (Oñate, 2016)

Según Guacho (2014) señala lo siguiente clasifica los estados vegetativos en el siguiente cuadro:

ESTADOS VEGETATIVOS

VE: emergencia

V1: primera hoja

V2: segunda hoja

V3: tercera hoja

V(n): enésima hoja

VT: Panoja

ESTADOS REPRODUCTIVOS

R1: sedas

R2: ampolla

R3: Grano lechoso

R4: Grano pastoso

R5: Dentado

R6: Madurez Fisiológica

2.2.6 Requerimientos Nutricionales

2.2.6.1 Macronutrientes

“Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1% a 6% del peso seco; 1% = 1 g / 100 g de peso seco)”. (Sierra, 2017)

- **Nitrógeno N:** “El N presente en el suelo está bajo formas orgánicas, y este no está disponible como tal para las plantas, sino que para ser absorbido tiene que pasar a formas inorgánicas. El N inorgánico representa un 2% del N total del suelo”. (Perdomo, 2016)

“Elemento esencial para el crecimiento, forma parte de cada célula viva y se asimila en forma de iones de amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-) y algo en urea y aminoácidos solubles por el follaje”. (Marcillo, 2014)

“Las deficiencias en nitrógeno exhiben un crecimiento pobre. Las hojas más viejas se vuelven de un color verde pálido (...), debido al reducido contenido de clorofila. En una etapa más avanzada toda la planta se vuelve amarilla y las hojas se caen”. (Sela, 2020)

“Un exceso de N se traduce en menor resistencia frente a las plagas y enfermedades, acame de las plantas, hojas de color verde azulado y retardo en la maduración”. (FAO, 2019)

- **Fósforo P:** “El fósforo es absorbido en forma de fosfatos mono y diácidos. Por lo consiguiente es poco móvil y en las formas fosforadas no están disponibles para las plantas se lo considera uno de los elementos más críticos” (Sanzano, 2016)

“El P es resultado de la mineralización del humus, desde la mineralogía primaria el fertilizante fosfatado debería ser colocado a la siembra es aconsejable es hacerlo por debajo y al costado de la línea de siembra”. (INTA, 2016) ya que este nutriente requiere una serie de reacciones en el suelo para que este pueda ser absorbido por los cultivos, puede tardar hasta 60 días.

“Las deficiencias de P generan tonalidades morado o purpúreo en hojas y tallos, comenzando también por las hojas basales ya dentro de la planta el P es un elemento móvil”. (Uart, 2016). “Un exceso puede provocar la fijación de elementos como el zinc en el suelo”. (FAO, 2019)

- **Potasio K:** “El potasio es importante en la economía del agua en la planta, es activador de muchas enzimas, promueve la formación y translocación de azúcares y da resistencia a enfermedades”. (Muedas, 2019)

“Se caracteriza por la gran movilidad y solubilidad en el interior de los tejidos, ejerce una gran influencia en la permeabilidad de las membranas celulares y en la hidratación de los tejidos”. (Yfran y otros, 2017)

“La deficiencia se caracteriza por el amarillamiento ligero en hojas viejas y rayadas desde la punta de las hojas extendiéndose a lo largo del borde de las hojas, aparecen manchas necróticas, se forman entrenudos cortos y tallos delgados”. (Perez F. , 2017) además, contribuye a la estabilidad del tallo, la carencia produce un “peligro de encamado”. la sintomatología se puede observar en la cosecha ya que los granos crecen débilmente en la punta de la mazorca.

- **Calcio Ca:** “Es esencial para el tallo y hojas es decir permite tener y mantener una buena estructura y en un pH correcto actúa como antitóxico. Ayuda a contrarrestar por medio de diferentes mecanismos los efectos de otros elementos

y compuestos que resultan perjudiciales a determinadas concentraciones”. (León , 2016)

- **Magnesio Mg:** “Activa las enzimas de la fosforilación de la fotosíntesis y de la fosforilación oxidativa, por ello tiene un efecto favorable en la asimilación de CO₂ y procesos relacionados como producción de azúcar y almidón”. (Castillo S. , 2015)

- **Azufre S:** “Ayuda a la formación de: vitaminas, enzimas, proteínas. Los suelos que se encuentran deficientes de este elemento, tanto los cultivos, rendimiento, y calidad de grano se ven afectados sino es aplicado dicho nutriente”. (Carpio, 2017)

2.2.6.2. Micronutrientes

“Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes”. (Sierra, 2017)

- **Cobre Cu:** “Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas. Interviene en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y en la síntesis de proteínas”. (Motato, 2018)

- **Hierro Fe;** “Ayuda en las funciones de la fotosíntesis actúa en la síntesis de la clorofila, elemento fundamental para el aprovechamiento el N, su déficit puede dar a la planta una coloración amarillosa o en ciertos casos blanquecina”. (Hurtado, 2014)

- **Manganeso Mn:** “El Mn funciona primordialmente como parte del sistema enzimático de la planta. El Mn desarrolla un papel directo en la fotosíntesis ayudando en la síntesis de clorofila; acelera la germinación y la madurez”. (Mendez, 2017)

- **Zinc Zn:** “Actúa como catalizador y como regulador del metabolismo de la planta. La carencia de zinc se puede atribuir a una fertilización fosfórica excesiva, se produce un antagonismo entre el fosforo y el zinc, a nivel de las raíces y la formación de fosfatos de zinc”. (León , 2016)
- **Boro:** “Es esencial para el desarrollo del fruto estimulando y aumentando la resistencia, incrementa la transformación y fijación del nitrógeno formas asimilables por ello se hace efectiva las aplicaciones nitrogenadas tanto foliares y edáficas”. (Tanta, 2018)

2.2.7. Híbridos

Un híbrido de maíz es resultado de la mejora genética de la especie mediante la cruce de dos líneas con características deseables como mejoras en el rendimiento y en la composición del grano, tolerancias a plagas y enfermedades, adaptación a situaciones de estrés abiótico, resistencia al acame y precocidad, entre otras. (Delgado, 2017).

“El híbrido debe mostrar un alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables”. (Rodriguez, 2013) debido a esto actualmente se elaboran cientos de híbridos en todos los países ya que los rendimientos son muy altos comparados a las variedades.

“Las semillas son el punto de partida de la producción agrícola y requiere de controles específicos de calidad para obtener un producto que transmita estas cualidades de generación en generación”. (Caviedes, 2019) Estos atributos de calidad están relacionados con la genética, la pureza física, la fisiología y la sanidad; todos estos atributos permiten garantizar una agricultura productiva y eficiente a partir de una semilla de calidad.

2.2.8 Uso de híbridos

Las ventajas de los híbridos en relación con las variedades criollas y las sintéticas se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura de planta y maduración, plantas más cortas

pero vigorosas, que resisten el acame y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial. (Anchundia, 2015)

“La hibridación varietal por medio de la polinización controlada fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; actualmente las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores”. (FAO, 2020)

2.2.8.1 Características de Trueno

“El híbrido Trueno es un híbrido de maíz amarillo, considerado de buena calidad. Es cristalino, muy tolerante a las enfermedades, especialmente a la mancha de asfalto y cinta roja, enfermedades muy agresivas que reduce la producción ya que destruye el área foliar”. (Sandal, 2014)

2.2.9 Tipos de Suelos

- **Entisol:** “Son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina” (OAS, 2018)
- **Inceptisol:** “Son suelos derivados tanto de depósitos fluviónicos como residuales, y están formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria”. (OAS, 2018)
- **Vertisol:** “Son suelos formados de materiales sedimentarios compuestos por arcillas expandibles, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando se secan, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños y profundidades variables”. (OAS, 2018)
- **Alfisol;** “Tienen una saturación de base mayor de 35° y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de translocación de películas de arcilla”. (OAS, 2018)

- **Molisol:** “Son suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios”. (OAS, 2018)
- **Ultisol:** “Tienen un horizonte argílico de poco espesor y un bajo porcentaje de saturación de base generalmente inferior a 25% dentro de la sección de control del perfil edáfico”. (OAS, 2018)

2.2.10 Curvas de absorción de nutrientes

Las curvas de absorción de nutrientes son herramientas que brindan los datos más cercanos a lo que consume un cultivo durante su ciclo de vida, ayudan a conocer la cantidad mínima requerida por un cultivo que persigue determinado rendimiento”. Ajustando los diferentes programas de fertilización, obtener mayores rendimientos y disminuir los costos en aplicación de fertilizantes. (Panduro, 2015)

“Se trata de una representación gráfica de la absorción de nutrientes, que figura las cantidades que son absorbidas por las plantas en función del tiempo”. (Hernan, 2017)

La extracción de nutrientes por parte de las plantas depende de varios factores tanto internos potencial genético de las plantas y fenología de la planta como externos: contenido de nutrientes en el suelo, disponibilidad de agua, factores climáticos como temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, brillo solar.

“De acuerdo a la absorción en cada etapa fenológica se recomienda fraccionar entres épocas la aplicación de fertilizante durante todo su ciclo, y esta debe coincidir con los momentos de máxima absorción de la planta formando las curvas de absorción de nutriente”. (Mendez, 2017)

2.2.11 Análisis de suelo

“Se refiere al análisis realizado para evaluar el estado químico del suelo (acidez del suelo, nivel de nutrientes disponibles para la planta, salinidad, entre otros). Con él se incluye las interpretaciones de los resultados, recomendaciones de fertilización y enmiendas basadas en análisis químicos”. (Uzamorado, 2019)

El análisis de suelo nos provee datos como el pH, este muestra la disponibilidad de nutrientes en la solubilidad de diferentes compuestos. Muchos elementos cambian de forma en las reacciones químicas del suelo, y las plantas pueden o no absorber los elementos dependiendo de la forma que se encuentren. La mayoría de los nutrientes están generalmente disponibles de manera adecuada a un valor neutro de pH 7 (Sierra, 2017)

El costo actual de los fertilizantes hace que se deban usar dosis adecuadas y balanceadas, en función de los nutrimentos que se requiere.” Todavía esta práctica no es usada por los productores, en parte se debe al desconocimiento que existe sobre la manera correcta de tomar las muestras para el análisis, falta de información sobre la disponibilidad de laboratorios y de su costo”. (FAO, 2015)

2.2.12 Programas de fertilización

La fertilización adecuada no solo debe incrementar la productividad, sino también la producción sea saludable y que no genere la contaminación ni la degradación del suelo. Esto implica la selección de los tipos de fertilizantes en cantidades adecuadas según el tipo de cultivo y adoptar los procedimientos de aplicación recomendados para evitar pérdidas de nutrientes. (Niquin y otros, 2018)

“Los parámetros para medir la eficiencia de un fertilizante pueden ser: lo absorbido por la planta y relacionando las entradas con las salidas es decir a los kg cosechados y los kg de insumo aplicado de allí parte los planes de fertilización”. (Perez J. , 2014)

“El plan consiste en la definición de las cantidades y tipos de fertilizantes a aplicar, así como del momento de aplicación para satisfacer las necesidades del cultivo, la ejecución es la implementación efectiva en la práctica del plan definido”. (INTA, 2019) A medida que se va ejecutando el plan de fertilización pueden surgir situaciones no previstas durante la planificación por lo consiguiente requieren del ajuste según el nuevo escenario.

2.3 Marco legal

En la constitución de La Republica de Ecuador, 2008 establece lo siguiente:

2.3.1 Artículo 281

“La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente”.

Además de la Constitución, Ecuador, dispone de la Ley de Soberanía Alimentaria vigente, que constituye el cuerpo legal que obliga al Ecuador a ir hacia la Soberanía Alimentaria. Sin embargo, de este marco legal vigente, se sabe que el logro de la soberanía alimentaria de una comunidad como la ecuatoriana es un proceso que estaría anclado en una de las dos formas de lograr la Soberanía Alimentaria de la población, así:

1. Ser autosuficiente en la producción de alimentos que consume la población.
2. Cambiar los hábitos alimenticios de la población para evitar los alimentos importados y así, consumir alimentos que se producen en el país.

2.3.2 Artículo 408, 409, 410, 411, 412

Fomenta el interés público hacia la protección de los recursos naturales, las buenas prácticas agrícolas, la conservación del suelo y manejo integral del agua.

En el Capítulo III de Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de Saberes en su Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria.

Establece que el Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

2.3.3. Normas de comercialización del Maíz amarillo duro

La normativa vigente para la comercialización del Maíz amarillo está regulada por el acuerdo ministerial 134 del 2013 emitido por el Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca.

3. Materiales y métodos

3.1. Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada, documental, de campo y laboratorio. El estudio está definido de tipo descriptivo, valorando los niveles de absorción de los macro nutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio, cada 15 días.

- **Investigación aplicada:** Ya que se desarrollará planes nutricionales, para la aplicación adecuada y en momentos adecuados para solucionar el problema de elevados costos de producción, mejor asimilación de nutrientes evitando el exceso de fertilizantes y cuidando el medio ambiente.
- **Investigación de campo y laboratorio:** La investigación se realizó en campo en el sector Puerto Inca donde se analizó las muestras en INIAP para determinar las curvas de absorción de cada nutriente.

3.1.1.1 Nivel de la Investigación

- **Investigación descriptiva:** Ya que se describió el uso del nutriente necesario en la etapa fenológica de mayor asimilación. Determinando según la fase fenológica del cultivo cada elemento necesario.

3.1.2 Diseño de investigación

El estudio tiene una fase de campo donde se sembró el cultivo de forma uniforme, fertilizando en función de un análisis de suelo. De este campo se extraerán muestras foliares de 10 parcelas de 5m x 5m.

Esto permite tener un total de tres muestras foliares, desde las cuales se valoraron los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K); a partir de los cuales se elaboró las curvas de absorción.

3.2. Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variables dependientes

- Niveles de extracción de nutrientes por parte del cultivo.

3.2.1.2 Variables independientes

- Condiciones climáticas
- Fertilizantes

3.2.2 Localización geográfica

La presente investigación se realizó en el predio del Sr. Vicente Vega Guillen ubicado en el sector El Ciruelo, parroquia San Carlos, cantón Naranjal, provincia del Guayas, en un área de 250 m² en las coordenadas UTM: 17 S X 658054 - Y 9722059

3.2.3. Datos meteorológicos

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger las condiciones climáticas del cantón Naranjal son:

Tabla 1: Datos meteorológicos

Datos	Parámetros
La temperatura promedio:	25.5°C
Precipitación anual:	981 - 1300 mm
Topografía:	Regular
Altura:	16 - 22 msnm
Humedad relativa:	70 a 86%
Suelos:	Entisol
pH:	6 a 7 ligeramente ácido a neutro

Fuente: Anuario de INAMHI 2017

3.2.4 Diseño del experimento

Este estudio no se realizó bajo el criterio de un ensayo experimental. Se sembrarán 10 lotes para valorar los niveles de extracción de los macronutrientes Nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (K). Elaborando las curvas de absorción y conocer la etapa fenológica donde ocurre la mayor necesidad del mismo.

Las dimensiones de estos lotes se indicarán en la **figura 1**.

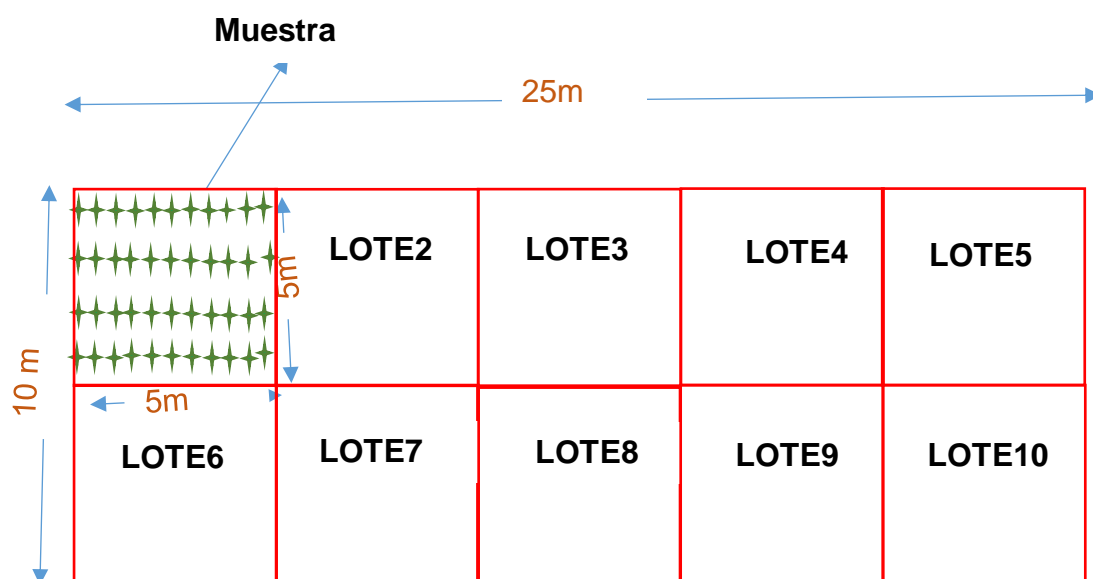


Figura 1: Diseño de Campo

Sigcho, 2020

3.2.5 Diseño de la investigación

A continuación, se detalla los parámetros de la investigación realizada en el cantón Naranjal de la Provincia del Guayas, detallando las dimensiones de los lotes y área total, número de plantas, etc.

Tabla 2: Delimitación del estudio

Datos	cm, m, m²
Cultivo	Maíz Trueno
N° de lotes	10
Área de la investigación	250 m²
Largo x ancho de lote	25 m x 10 m
N° de plantas	1563
N° de muestras	
45 días	10
90 días	10
120 días	10
Total de muestras	30
Número de plantas por lote	157
Distanciamiento entre plantas	0,20 cm
Distanciamiento entre hileras	0,80 cm
Densidad de planta de investigación	1563

Sigcho, 2020

3.2.6 Recolección de datos

Entre los recursos usados en cuanto al manejo agronómico del cultivo se especifica en la **Tabla 3** a continuación:

3.2.6.1 Costo de producción

Tabla 3.- Costo de producción para una hectárea

COSTOS DE PRODUCCIÓN				
Concepto	Unidad de medidas	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio por hectárea (\$)
Limpieza del terreno	hectárea	1	100	100
Arado	hectárea	1	30	30
Fumigación pre emergente	jornales	2	20	40
Semillas	saco de 15kg	1	115	115
Fertilizantes	saco de 50kg	10	25	250
Herbicidas (prowl)	litro	2	9	18
Insecticida	litro	2	3,5	7
Siembra	jornales	5	20	100
Control de malezas	jornales	3	20	60
Control de plagas (cogollero)	jornales	1	20	20
Primera fertilización	jornales	2	20	40
Segunda fertilización	jornales	2	20	40
Tercer fertilización	jornales	2	20	40
Cosecha	jornales	3	20	60
Riego	hectárea	1	200	200
TOTAL			642,5	1120

Sigcho, 2020

3.2.7 Materiales y equipos de oficina

- Revistas, libros, resmas de hojas
- Computadora
- Impresiones

3.3. Métodos y técnicas

Se instaló el cultivo en áreas de 5 m x 5 m en un total de 10 lotes, en los cuales antes de la siembra se realizó análisis de suelo para realizar las recomendaciones nutricionales según las necesidades del maíz. En cuanto al manejo agronómico se realizó cuatro aplicaciones de fertilizantes a los 15, 30, y 45 días y el control de plagas, malezas y enfermedades de manera convencional. Cada 15 días a partir del día 45, 90 y 120 se tomó muestras foliares según las etapas fenológicas, vegetativa, floración y maduración del cultivo para luego ser llevadas a laboratorios

de INIAP Boliche para su análisis, se analizó solo las (hojas) utilizando el método por la vía húmeda con una solución extratante de ácido nítrico mediante la técnica del micro Kjeldahl. Se elaboraron las curvas de asimilación de elementos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y relacionarlo con el desarrollo de los órganos de la planta. En la cosecha se cuantificó el rendimiento. Luego con toda la información se realizó un análisis de la absorción quincenal y se procedió a realizar las curvas.

3.3.1. Manejo del cultivo

3.3.1.1 Preparación de suelo y toma de muestras de suelo inicio - final

Se realizó dos pases de arado formando surcos delimitando 10 lotes cada uno de 5 m x 5m. Antes de proceder a la siembra se extrajo 10 sub-muestras para determinar la muestra de suelo, con un barreno a una profundidad de 30 cm, llevando la muestra a los laboratorios de INIAP-Boliche y luego de 15 días se recibieron los resultados de los análisis indicando lo siguiente:

Ver Anexos (Foto 1)

pH: 6.2 Lig. Acido= LAc

M.O: 1.5% Bajo= B

Relación Ca/Mg: 4.81 Medio= M

Relación Mg/K: 7.56 Medio= M

Relación Ca+Mg/K: 43.97 Alto= A

Es decir, el suelo es ligeramente ácido y según las interpretaciones está en niveles medios.

Tabla 4: Informe de análisis de suelo inicial

Elementos	ppm Ug/ml	meq/100ml	Kg/ha
Nitrógeno N	9	0.63	32.4
Fósforo P	17	0.54	61.2
Potasio K	194	6.2	698.4
Calcio Ca	3622	115.2	13039
Magnesio Mg	457	14.6	1645
Azufre S	10	0.32	36
Zinc Zn	2.3	0.07	8.28
Cobre Cu	8.4	0.26	30.3
Hierro Fe	90	2.88	324
Manganeso Mn	15	0.48	54
Boro B	0.60	0.01	2.16

Fuente: INIAP, 2020

En cuanto a la interpretación del análisis de suelo se determinó el balanceo de las dosis de los fertilizantes para el uso posterior. A los 120 días concluido el ciclo de vida del cultivo se extrajo un análisis de suelo final para tener los parámetros de nutrientes retenidos por el suelo, a continuación, se lo detalla:

Ver Anexos (Foto 2)

pH: 7.1 Prac. Neutro= PN

M.O: 0.4% Bajo= B

Relación Ca/Mg: 3.71 Medio= M

Relación Mg/K: 9.19 Medio= M

Relación Ca+Mg/K: 43.26 Medio= M

Es decir, el suelo es neutro y según las interpretaciones está en niveles medios.

Tabla 5: Informe de análisis de suelo final

Elementos	ppm Ug/ml	meq/100ml	Kg/ha
Nitrógeno N	3	0.213	10.8
Fosforo P	21	0.675	61.2
Potasio K	125	4	698.4
Calcio Ca	2184	69.88	13039
Magnesio Mg	358	11.46	1645
Azufre S	10	0.32	36
Zinc Zn	3.0	0.096	10.8
Cobre Cu	8.4	0.269	30.24
Hierro Fe	105	3.36	378
Manganeso Mn	4.0	0.128	14.4
Boro B	0.10	0.0032	0.36

Fuente: INIAP, 2020

3.3.1.2. Siembra

El híbrido Trueno se sembró a espeque a una distancia de 80 cm entre hileras x 20 cm entre plantas, a una profundidad de 10cm; se aplicó Imidacloprid + thiametoxan como tratamiento para la semilla.

3.3.1.3. Labores culturales

Se realizó el desmalezado de forma manual a los 25 días.

3.3.1.4. Uso de pesticidas

- **Herbicidas**

Como pre-emergente se utilizó atrazina + prowl, a los 10 días como post-emergente nicosulfuron ya que en el terreno habían presencia de malezas.

- **Insecticidas**

A los 12, 22, 35 días se realizó monitoreo de plagas y se encontró gusano cogollero y para su control se usó clorhifos a los 12 días, spinetoran a los 22 días, landacialotrina a los 35.

- **Fungicidas**

Para la prevención de enfermedades se usó a los 15 y 45 días carbendazin y azoxitrobyn.

3.3.1.5. Fertilización

Se realizó la interpretación del mismo, por ello se tomó la decisión de fraccionar las necesidades nutricionales del maíz en tres partes y aplicarla cada 15 días. En la primera aplicación utilizando el Nitrógeno al 20%, Fósforo al 50%, y Potasio al 50% en la segunda aplicación aplicar Nitrógeno al 5%, en la tercera aplicación al 40% N, P y K, en la cuarta y quinta aplicación N, P, K al 10%, teniendo en cuenta que el requerimiento del maíz para 200 qq/ha es de 198N, 46P, 171K, 27Ca, 27Mg, dando por resultado el uso en 250 m² en Kg/ha 4.89N, 3.82 P y 7 K, estimando el cálculo para una ha o 62500 plantas lo que se deberá aportar es 168N, 152P, 280K.

Tabla 6: Aplicación g/planta

g/planta	kg/has	
N	4.21	168
P	3.8	152
K	7	280

Sigcho, 2020

Tomando en cuenta los estudios de INIAP 2019, en referencia a la siguiente tabla se realizó la interpretación del análisis de suelo realizando el fraccionamiento de los fertilizantes para el uso de la investigación. **Ver en Figura 2**

Interpretación Análisis de Suelos	Recomendación, kg ha ⁻¹				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Bajo	184	69	90	54	66
Medio	138	46	60	36	44
Alto	92	0-23	0-30	0-27	0-33

N = 30% a la siembra, 40% a los 25 DDS y 30 % 35 DDS
P₂O₅ = 100% a la siembra o antes
K₂O, MgO, S = 50% a la siembra o antes y 50% cuando las plantas tengan 6 hojas

Figura 2: Interpretación de suelo INIAP

INIAP, 2020

Tabla 7: Aplicación fraccionada para 65000 plantas

% de Aplicación	25	25	20	15	15	TOTAL
	50	15	15	15	5	
	25	50	20	5	5	
DIAS	base	10	20	30	40	kg/ha
N	42.1	42.1	33.68	25.26	25.26	168.4
P	76	22.8	22.8	22.8	7.6	152
K	60	120	48	12	12	240
Ca	0.275	1.1	1.375	1.65	1.1	5.5
Mg	0.345	1.38	1.725	2.07	1.38	6.9
TOTAL	178.72	187.38	107.58	63.78	47.34	572.8

Sigcho, 2020

Usando principalmente fertilizantes de mezcla física como urea, muriato de potasio y 10 -30-10. **Ver Anexos (Foto)**

3.3.1.6. Cosecha

Se realizó la cosecha manual, pero 15 días antes debido a las precipitaciones se realizó la labor de doblar la planta para evitar que se descomponga la mazorca por exceso de humedad. Luego de la cosecha se procedió al desgrane y pesado de las muestras.

3.3.2. Toma de datos

3.3.2.1. Relación grano - tusa

Se extrajo las mazorcas del predio al azar, una muestra por cada lote en total 10 muestras las cuales se desgranaron y se pesaron en una gramera los granos y la tusa para obtener la relación entre ambas. Luego se procedió al conteo de las hileras y al número de granos por hilera de 10 mazorcas al azar para estimar el rendimiento estimado del maíz Trueno.

Estimando el cálculo del rendimiento kg/ha cabe señalar que la siembra se estableció de 0.20 entre plantas y 0.80 entre hilera con un total 1563 plantas, cuyo número promedio de hileras es 14,6 y granos/hilera 34,6. Es decir se obtuvo el rendimiento de 90 quintales por hectárea

Los datos de rendimiento se tomaron hasta el día 135 después de siembra ya que las precipitaciones frecuentes hicieron tardía la cosecha y con un porcentaje de humedad al 14% tomando en cuenta el proceso del secado *in situ*.

Tabla 8: Peso de Grano - Tusa

Muestras	Granos g	Tusa g	N° de granos/ hilera	N° de hileras mazorca
1	180	31	32	14
2	182	33	32	14
3	176	32	32	16
4	179	31	34	12
5	182	30	32	14
6	180	27	30	14
7	179	32	32	16
8	178	33	34	16
9	179	34	32	14
10	180	31	30	16
Promedio	179.5	31.4	32	14.6

Sigcho, 2020

Estimando el cálculo del rendimiento/ha cabe señalar que la siembra se estableció de 0.20 entre plantas y 0.80 entre hilera con un total 1563 plantas, cuyo número promedio de hileras es 14.6 y granos/hilera 34,6, estimando una mazorca por planta menos el 10% por mazorcas afectadas por las precipitaciones, multiplicando por el peso de 1000 granos, 295g, se calcula que en el área de investigación se obtuvo un rendimiento de 2154.18 kg, estimando para 90 qq/ha.

Los datos de rendimiento se tomaron hasta el día 120 después de siembra ya que las precipitaciones frecuentes hicieron tardía la cosecha y con un porcentaje de humedad al 14% tomando en cuenta el proceso del secado in situ.

Tabla 9: Valores estimados rendimiento – grano /tusa

Dato	kg/ha
Rendimiento 250 m ²	2154.18
Rendimiento ha	86167.2
Relación grano/tusa	86% grano – 14% tusa

Sigcho, 2020

3.3.2.2. Análisis foliares

Las muestras foliares se enviaron al laboratorio de INIAP de Boliche para su análisis, por medio de la técnica de micro KJELDAHL, que es un método húmedo y con ácido nítrico, se valoró la cantidad de elementos absorbidos por la planta. Cabe señalar que se tomó una muestra por 3 fases fenológicas a los 45 días (etapa vegetativa), en esta fase el crecimiento vegetativo esta activo, con un desarrollo de 12 hojas. 90 días (etapa de floración) en esta fase ya existe un relleno de granos, nutrientes trasportados a la mazorca y 120 días (fase de maduración), en esta fase ya ha alcanzado una madurez fisiológica, ganancia de masa. Esto con el fin de determinar la fase en donde cada elemento tiene mayor absorción.

Ver anexos (Fotos)

Tabla 10: Porcentaje de nutrientes absorbidos por la planta en etapas fenológicas

Elementos	%	kg/ton	%Días	kg/ton	%Días	kg/ton
Análisis Foliar	Días 45	45 días	90	90 días	135	135 días
Nitrógeno N	3.2	32	2.9	29	2.1	21
Fósforo P	0.38	3.8	0.26	2.6	0.33	3.3
Potasio K	3.12	31.2	3.61	36	3.23	32.3
Calcio Ca	1.66	16.6	0.35	3.5	0.77	7.7
Magnesio Mg	0.17	1.7	0.24	2.4	0.27	2.7

Sigcho, 2020

Total de nutrientes absorbidos (kg/ha)
Nitrógeno N 82
Fósforo P 9.7
Potasio K 95.5
Calcio Ca 27.8
Magnesio Mg 6.8

Sigcho, 2020

3.3.2.3. Análisis de suelos

Se tomó muestras de suelo al inicio y al final del ensayo, para obtener el análisis de macronutrientes tomados por el cultivo y retenidos por el suelo.

Tabla 11: Valores en kg/ha de nutrientes según análisis de suelo

Elementos	INICIO	FINAL
	kg/ha	kg/ha
Nitrógeno N	32.4	10.8
Fósforo P	61.2	75.6
Potasio K	698.4	450
Calcio Ca	13039	7862.4
Magnesio Mg	1645	1289
Azufre S	36	36
Zinc Zn	8.28	10.8
Cobre Cu	30.3	30.24
Hierro Fe	324	378
Manganeso Mn	54	14.4
Boro B	2.16	0.36

Sigcho, 2020

Teniendo en cuenta el cuadro anterior, se denota que el N es el elemento mayoritariamente móvil del suelo, en cuanto al P, este tiende a estar retenido en el suelo ya que los fertilizantes de mezclas físicas son de lenta absorción para la planta, sin embargo, el K y Ca fueron los elementos más apetecidos por este cultivo ya que tuvo una alta demanda de absorción. En cuanto a microelementos como S, Cu, y Fe tuvieron muy baja absorción y resulta difícil que estos estén asequibles para las plantas.

4. Resultados

4.1. Nutrientes en cada etapa fenológica del maíz duro

4.1.1 Nitrógeno durante el desarrollo vegetativo, floración y madurez fisiológica

Tabla 12: Niveles de absorción del N

Elemento	(%)	(Kg/ha)	(%)	(Kg/ha)	(%)	(Kg/ha)
	45días	45 días	90días	90 días	120días	120días
Nitrógeno N	3.2	32	2.9	29	2.1	21

Sigcho, 2020

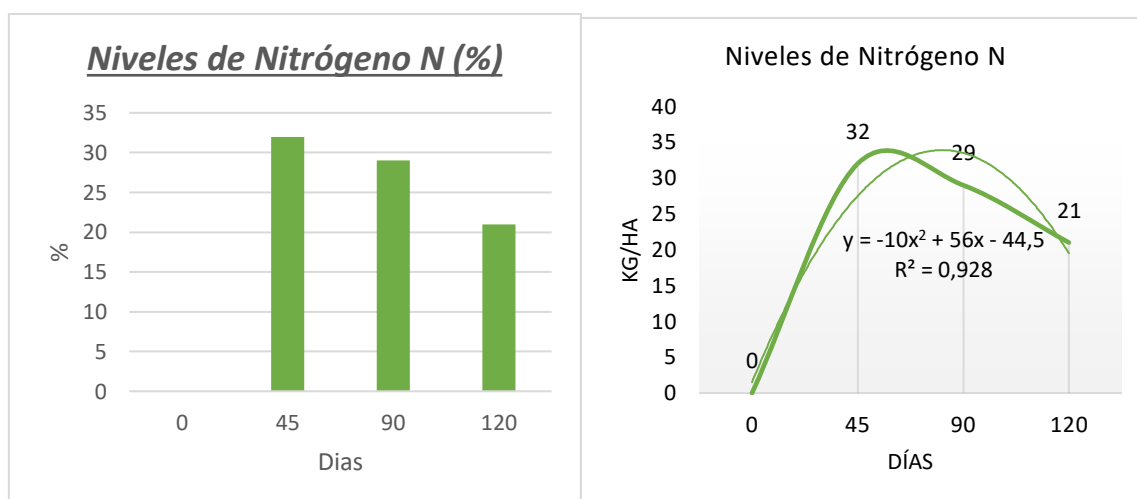


Figura 3: Curvas de Niveles de Nitrógeno

Sigcho, 2020

La respuesta a los niveles crecientes de nitrógeno es de tendencia al aumento del rendimiento ya que según gráfica la mayor absorción del elemento N, resalta a los 45 días y empieza a disminuir a los 90 días, es decir el Nitrógeno es de mucha importancia en formación de órganos, según línea de tendencia polinómica el factor R: 0.92, que es la que más se ajustó a este ensayo hasta al llegar a los 120 días de madurez fisiológica, la absorción fue decreciendo es decir; que el cultivo había absorbido el 60% al 70% de N total requerido, al estar mayormente acumulado en

la parte foliar se acumuló en esta parte de la planta para luego translocarla en la etapa reproductiva (formación de mazorca).

4.1.1. Fósforo durante el desarrollo vegetativo, floración.

Tabla 13: Niveles de absorción del P

Elemento	(%)	(Kg/ha)	(%)	(Kg/ha)	(%)	(Kg/ha)
	45 días	45 días	90 días	90 días	120 días	120 días
Fósforo P	0.38	3.8	0.26	2.6	0.33	3.3

Sigcho, 2020

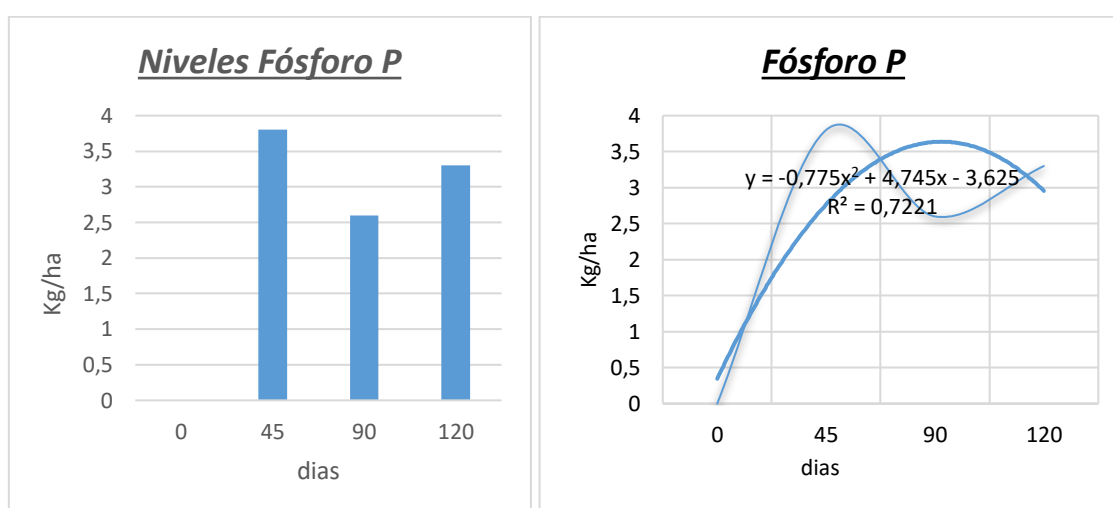


Figura 4: Niveles de absorción del P

Sigcho, 2020

En el caso del P, el comportamiento presenta un patrón similar al del N en primera instancia 45 días, ya que la mayor acumulación en este tejido, más en las raíces y follaje, cabe señalar que la presencia del P decayó en los 90 días hasta los 118 días y vuelve a subir en los 120 días, es decir la planta tiene dos procesos de absorción alto de P. Esta caída en la absorción de P, indica que el follaje no tiene la capacidad de suministrar el elemento que se requiere para la formación de la mazorca, por lo que es importante el suministro en el suelo para esa etapa.

Este nutrimento (P) es necesario para la formación de sustancias como enzimas, ácidos nucleicos, etc., los cuales son requeridos en todas las etapas del ciclo de desarrollo de la planta y también en la etapa de formación del grano es necesario para la acumulación de fitina en la semilla, la cual es necesaria para alcanzar buen tamaño, número y viabilidad de las semillas (Fallas, Bertsch y otros, 2019)

4.1.2. Potasio durante el desarrollo vegetativo, floración.

Tabla 14: Niveles de absorción del K

Elemento	(%)	(kg/ton)	(%)	(kg/ton)	(%)	(kg/ton)
	45	45	90	90	120	120
	días	días	días	días	Días	días
Potasio K	3.12	31.2	3.61	36	3.23	32.3

Sigcho, 2020

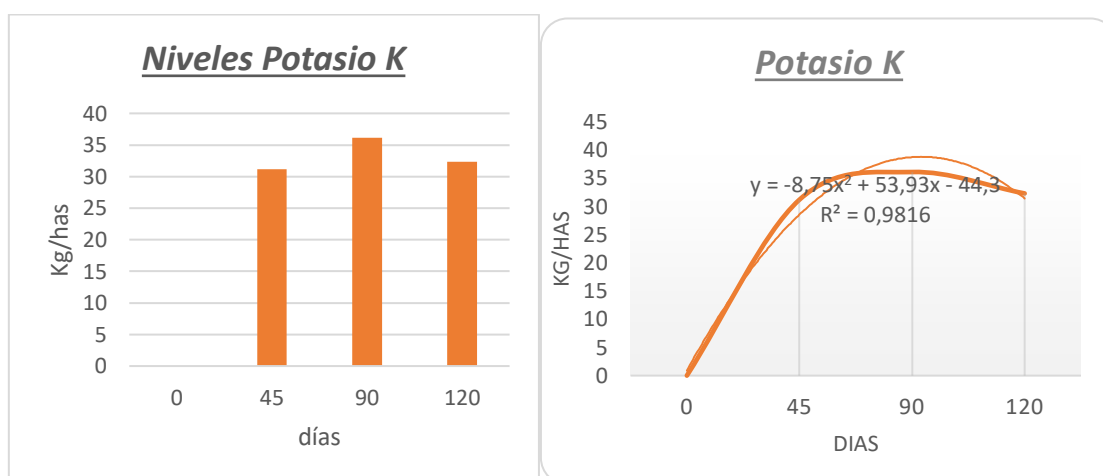


Figura 5: Niveles de Potasio

Sigcho, 2020

La absorción de K tiene un alza entre los 45 y 90 (antes de la floración), es decir que la extracción de K por el maíz correspondió al 75% de la máxima absorción registrada, lo cual indica que fue utilizado para la formación de la mazorca. A partir de los 90 DDS decae la absorción de K, lo cual se verificó la disminución en la extracción del elemento. El comportamiento del K es similar al del N ya que se

puede presumir que trabajan juntos ambos nutrientes, por ello mejora tamaño de espiga por ende mazorca. De esta manera se entiende que no se debe descuidar la fertilización del maíz ya que cuyas necesidades deben ser suplementadas a través del suelo de forma oportuna.

4.2. Macronutrientes N, P, K y micronutrientes absorbidos durante el ciclo vegetativo de maíz

En base a los análisis foliares se determinaron las cantidades absorbidas de cada elemento por el cultivo, en cuanto a la fertilización realizada se lo detalla a continuación:

Tabla 15: Resumen de elementos absorbidos por el cultivo en muestras foliares

Análisis	kg/ha	kg/ha	kg/ha	TOTAL
Foliar	45 días	90 días	120 días	ABSORBIDO kg
Nitrógeno N	32	29	21	82
Fósforo P	3.8	2.6	3.3	9.7
Potasio K	31.2	36	32.3	99.5
Calcio Ca	6.6	3.5	7.7	17.8
Magnesio Mg	1.7	2.4	2.7	6.8

Sigcho, 2020

Como se mencionó anteriormente, a los 80 a 90 días ocurren 2 fenómenos relevantes: se produce el máximo desarrollo del follaje y la formación de la mazorca. Al analizar los datos de absorción alrededor de este momento, se encontró que existe relación entre la disminución del contenido de algunos nutrimentos en el follaje. Para el caso del N, como se puede observar los requerimientos para la formación de la mazorca los supe el follaje. Por esto el P el cual, en las etapas de los 90 días, debió ser aportado posiblemente por la absorción desde el suelo, ya

que el follaje relativamente bajó. Para el caso del K en la etapa posterior (90 días) los elementos subieron y fueron aportados por el follaje. En la última etapa tanto el follaje como la mazorca presentaron una disminución en el contenido de este elemento, en cuanto a la absorción de Ca y Mg, es menor lo que indica un requerimiento constante, con la misma intensidad y en menor cantidad.

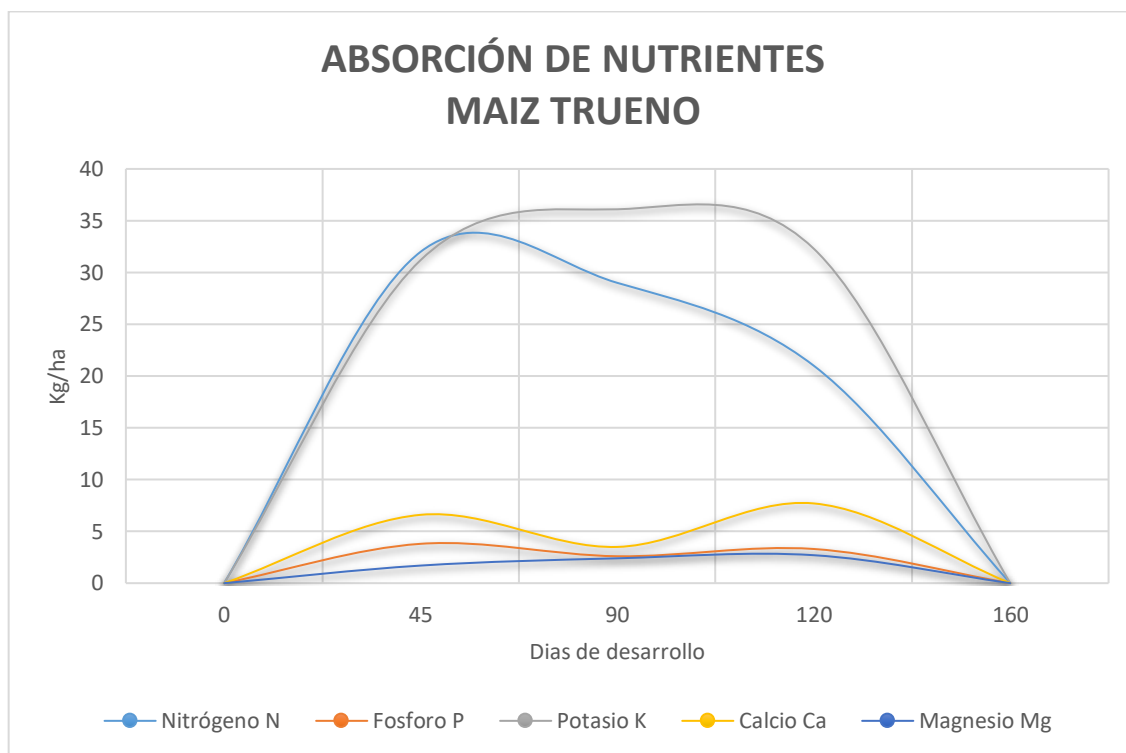


Figura 6: Absorción de nutrientes

Sigcho, 2020

Para complementar los requerimientos nutricionales según muestra de suelo se determinó la distribución de nutrientes de la siguiente manera, usando fertilizantes comerciales de N 4.21 g/planta, P 3.8 g/planta, K 6 g/planta.

Tabla 16: Nutrientes VS plantas

	Nutrientes absorbidos	Nutrientes Suelo	Aplicación	Diferencia
	Kg/Has	Kg/Has	Kg/Has	Kg/Has
N	82.0	32	168.4	86.4
P	9.7	61	152	142.3
K	99.5	698	240	140.5
Ca	17.8	13039	5.5	-12.3
Mg	6.8	1645	6.9	0.1

Sigcho, 2020

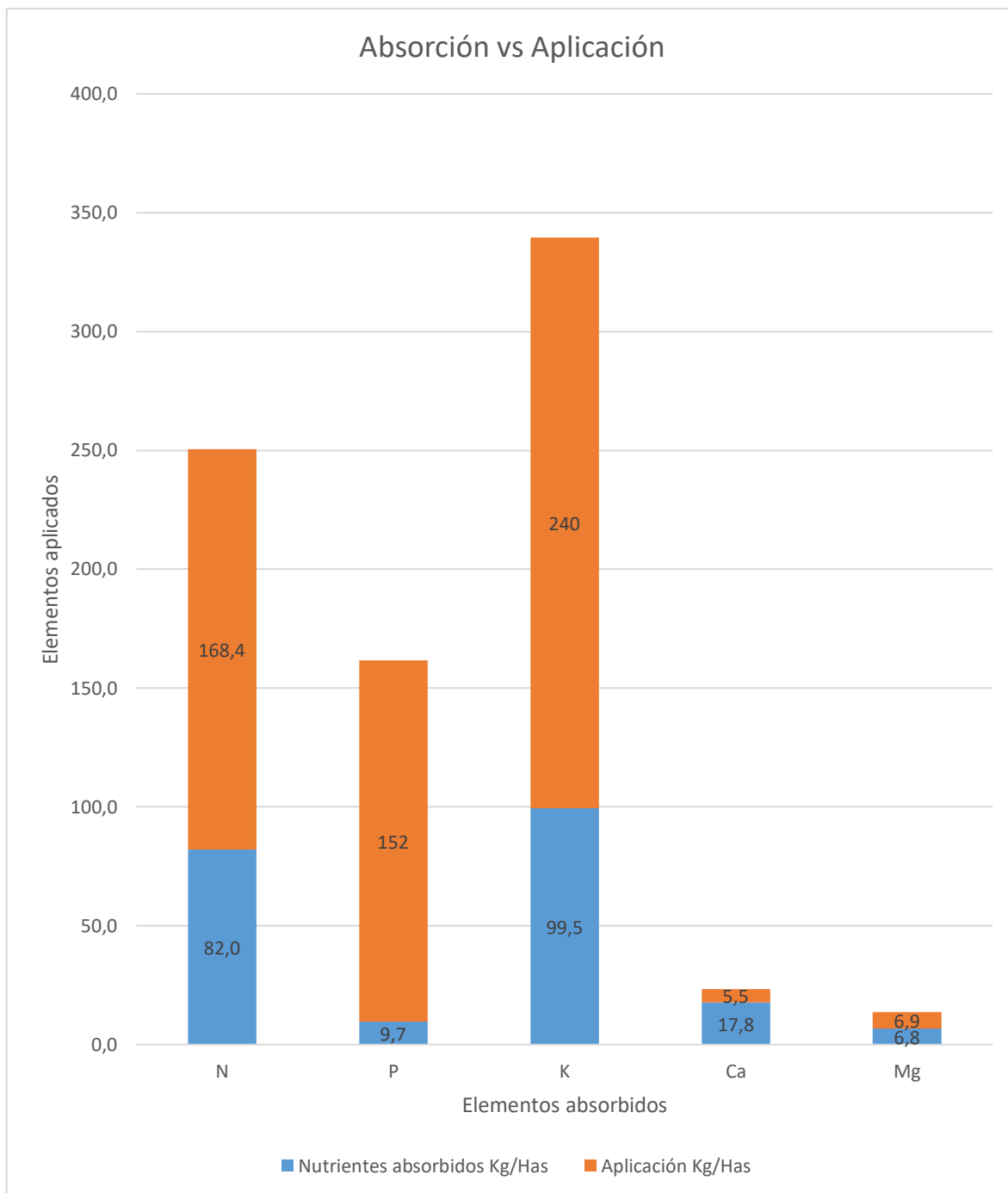


Figura 7: Absorción Vs Aplicación

Sigcho, 2020

En cuanto a las cantidades absorbidas por el cultivo no superan al 20 % en Kg/ha, ya que las pérdidas de elementos por lixiviación, volatilización, hacen notoria la constante pérdida en los rendimientos. El N de 168.4 kg/ha la planta absorbió apenas 82 Kg/ha, el P se aplicó 152 Kg/ha apenas absorbió 9,7 siendo posible la

causa la aplicación tardía de este nutriente y por ello se recomienda usar toda esta fuente en los inicios de la etapa vegetativa del cultivo, el K fue el elemento que tuvo mayor absorción de 240 kg/ha aplicados absorbió 99,5 Kg/ha en comparación a los demás nutrientes, obtuvo el 40 % de captación por la planta en todas las etapas y el híbrido Trueno (maíz duro) es muy demandante de este nutriente.

4.3. Plan de fertilización acorde a la absorción de nutrientes.

A fin de disminuir los costos de producción y un adecuado uso de los fertilizantes para mejorar producción del cultivo se desarrolló plan de fertilización, analizando los datos de las curvas de absorción del maíz Trueno, en los análisis de suelos y tipos de fertilizantes a usarse. En el caso del N este se debe aplicar constantemente cada 10 días hasta los 45 días como máximo, el P como anteriormente se mencionó debe ser mayormente aplicado en las primeras etapas hasta los 15 días después de siembra y en el caso del K este se debe aplicar hasta los 30 días. Por lo consiguiente detallo plan de fertilización a continuación en la tabla 18.

Tabla 17. Plan de Fertilización

ABSORBIDO	SUELO FINAL	DIFERENCIA	REQUERIMIENTO	APLICAR KG/HA
N 82	10.8	71.2	168.4	97.2 *
P 9.7	75.6	65.9	152	86.1*
K 99.5	450	350.5	240	-110.5
Ca 17.8	7862.4	7844.6	27	-7817.6
Mg 6.8	1289	1282.2	27	-1255.2

Sigcho, 2020

Es importante señalar que todos los macronutrientes son necesarios en todas las etapas fenológicas del cultivo de maíz sin embargo el determinar el momento exacto para su aplicación depende del fertilizante a usarse, ya que las moléculas de los mismos no tienen el mismo tiempo de asimilación para la planta, es decir el

N es móvil en el suelo en cambio el P su asimilación es lenta hasta 60 días para que este se convierta en moléculas asimilables. De esta manera para una interacción positiva se da cuando se emplean nutrientes combinados generando una respuesta mayor que a la suma de sus efectos individuales. La interacción del N y K afecta de forma significativa a la absorción, transporte, metabolismo y redistribución y efectúa de forma positiva el desarrollo de las plantas. Las plantas de maíz absorben al nitrógeno y potasio en cantidades semejantes, sin embargo, el K se exporta menos hacia los granos.

Para la elaboración del programa de fertilización se tomó en cuenta las cantidades absorbidas en los análisis foliares y los requerimientos nutricionales según etapa fenológica del INIAP y los nutrientes captados por el suelo en el análisis final de suelo que se realizó.

Por lo consiguiente en la presente investigación los elementos necesarios según el plan de fertilización elaborado son el N 97 kg/ha y P 86 kg/ha. **Ver Tabla 19.**

Tabla 18. Plan de Fertilización

Distribución	25	25	25	25	TOTAL
%	50	50			
Aplicación	base	1	2	3	kg/ha
N kg/ha	24	24	24	24	97.2
P hg/ha	43	43	0	0	86.1

Sigcho, 2020

Y según las observaciones en las curvas de absorción de N se la distribuyó en todo el ciclo vegetativo del maíz y el P se realizó dos aplicaciones hasta los 15 días después de la siembra.

A continuación, se detalla los fertilizantes a usarse en **tabla 20.**

Tabla 19. Balanceo de fertilizantes

1	FERTILIZANTE	N	P	K
	UREA	45 kg/FERT		
	DAP		90 kg/FERT	
	10-30-10			45 kg/ FERT
2	UREA	45 kg/FERT		
	DAP		90 kg/FERT	
3	UREA	45 kg/FERT		
	DAP			
4	UREA	45 kg/FERT		
	DAP			

Sigcho, 2020

5. Discusión

Se concuerda con Rengel, (2018) que determina 2 puntos críticos de absorción que corresponde al inicio de la diferenciación floral y el segundo con el llenado del grano. Concluyendo que en las primeras etapas es el suministro de nutrientes para garantizar la disponibilidad de estos.

Se difiere con Caicedo, (2017), en su investigación realizada en Quevedo, indicó que requiere aproximadamente en kg/ha 14 Nitrógeno, 4 Fósforo, 11 Potasio, 11 Calcio y 3 Magnesio para producir una tonelada de maíz en cuanto en la presente investigación realizada en Naranjal se requirió en Kg/ha 4N, 0.5 P, 5K, 0.6 Ca y 1 Mg para 10 quintales de maíz.

Se concuerda con Remache y otros, (2016) ya que indica que la tendencia de las curvas de absorción de Nitrógeno, resalta a 45 a 90 dds, la investigación realizada en Naranjal presenta una absorción igual en Nitrógeno teniendo la mayor absorción desde los 45 días hasta los 90 días.

Se concuerda con Fallas, (2015) ya que indica la utilidad de conocer estos requisitos del cultivo, radica en que se puede reponer al suelo la cantidad de nutrimentos que son extraídos mediante la cosecha de la mazorca, y evitaría la degradación química del suelo y además asegura la sostenibilidad del sistema productivo.

En cuanto al plan de fertilización acorde a la absorción de nutrientes, el N de 168.4 kg/ha la planta absorbió apenas 82 Kg/ha, el P se aplicó 152 Kg/ha apenas absorbió 9,7 el Potasio fue el elemento que tuvo mayor absorción de 240 kg/ha aplicados absorbió 99,5 Kg/ha en comparación a los demás nutrientes, obtuvo el 40% de captación por la planta en todas las etapas, el híbrido Trueno es muy demandante de este nutriente.

6. Conclusiones

La presente investigación realizada en el cantón Naranjal dio como que la planta absorbió en kg/ha: N= 82, P=9.7, K= 99.5, Ca= 17.8, y Mg= 6.8 hasta el día 120 después de siembra.

Es importante señalar que todos los macronutrientes son necesarios en todas las etapas fenológicas del cultivo de maíz sin embargo el determinar el momento exacto para su aplicación depende del fertilizante a usarse.

La curva de absorción del Nitrógeno resalta a los 45 a 90 DDS, es decir el Nitrógeno es de mucha importancia en formación de órganos y la absorción fue decreciendo, es decir; el cultivo había absorbido el 60% al 70% de Nitrógeno total requerido en el ciclo.

La etapa de cosecha 90 días es en la que la planta absorbe el mayor porcentaje de todos los macro y micronutrientes a excepción del Fósforo que lo hace en la etapa inicial vegetativa.

El Nitrógeno y Potasio presentan una mayor concentración en el tejido de la planta en todas las etapas fenológicas, es decir estas concentran su alto contenido de nutrientes para translocarlos en la mazorca.

Las curvas de absorción de Calcio y Magnesio, es menor lo que indica un requerimiento constante, con la misma intensidad y en menor cantidad.

La planta tuvo un porcentaje de asimilación del 20% de Nitrógeno y Fósforo. En cuanto al Potasio fue el 40%.

El rendimiento del maíz trueno fue de 90 qq/ha y la relación grano/tusa fue 86% grano - 14% tusa.

7. Recomendaciones

Fragmentar la aplicación de nutrientes según las curvas de absorción.

Efectuar las aplicaciones de cada etapa en su etapa previa y en los porcentajes reflejados en las curvas de absorción.

Evaluar el efecto de un programa de fertilización basado en las curvas de absorción.

Usar fertilizantes de síntesis química para la planta en futuras investigaciones.

Realizar las muestras de suelos y foliares cada 3 años.

Con el fin de bajar costos se recomienda realizar fertilizaciones basado en los resultados obtenidos en esta investigación.

En el caso del Nitrógeno este se debe aplicar constantemente cada 10 días hasta los 40 días como máximo, el Fósforo como anteriormente se mencionó debe ser mayormente aplicado en las primeras etapas hasta los 15 días después de siembra y en el caso del Potasio este se debe aplicar hasta los 30 días.

8. Bibliografía

- Anchundia, C. (2015). *Efecto De Diferentes Dosis De Fertilizantes Yara En El Comportamiento Agronómico Del Híbrido De Maíz (Zea Mays L.) Pioneer 30f35 En El Cantón Balzar, Provincia De L Guayas*”. Guayaquil: Universidad De Guayaquil.
- Andrino, B. (2014). *Evaluación De Cinco Densidades De Siembra Sobre El Rendimiento De Elote Super Dulce De Grano Amarillo; Monjas, Jalapa*. Jutiapa: Universidad Rafael Landívar.
- Badillo, A. (2016). *Evaluación Del Aporte De Gallinaza Fresca En El Rendimiento Del Cultivo De Maíz (Zea Mais) Variedad Iniap 122, En Dosis Diferentes, En La Parroquia Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo, Provincia Pichincha*”. Loja: Universidadnacional De Loja.
- Barahona , L. (2018). *Absorción De Nutrientes De Dos Variedades De Arroz En Un Suelo Entisol*. Universidad De Panamá: Ciencia Agropecuaria.
- Caicedo, L. (2017). *Absorción Y Particionamiento De Nutrientes En Tres Híbridos Nacionalesde Maíz (Zea Mays L.) En La Zona Central Del Litoral Ecuatoriano*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Caicedo, L. (2017). *Absorción Y Particionamiento De Nutrientes En Tres Híbridos Nacionalesde Maíz (Zea Mays L.) En La Zona Central Del Litoral Ecuatoriano*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Calvache, M. (2017). *El Suelo Y La Productividad Agrícola. Xiv Congreso De La Secs (Pág. 14)*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

- Carpio, L. (2017). *“Efectos De Dos Programas De Fertilización Sobre El Comportamiento Agronómico De Híbridos De Maíz (Zea Mays L.), En La Zona De Ricaurte*. Babahoyo: Universidad Técnica De Babahoyo .
- Castillo, M. (Febrero De 2018). El Cultivo De Maíz Ha Sido Constante Los Últimos Años. *Revista Lideres*, 3. Obtenido De [Https://Www.Revistalideres.Ec/Lideres/Cultivo-Maiz-Constante-Ecuador-Produccion.Html](https://www.revistalideres.ec/lideres/cultivo-maiz-constante-ecuador-produccion.html)
- Castillo, S. (2015). *Curvas De Extracción De Macronutrientes En Ajíescabeche (Capsicum Baccatum Var. Pendulum), Bajo Las Condiciones Del Valle Chicama*”. Tumbes: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Caviedes, M. (2019). Producción De Semilla De Maíz Duro En El Ecuador:Retos Y Oportunidades. *Aci*, 181.
- Ciampitti, I., & Otros. (2018). *Nutrición De Maíz: Requerimientos Y Absorción De Nutrientes*. Región Crea Sur De Santa Fe, Argentina: Purdue University, West Lafayette, Indiana, Ee.Uu.
- Coello, J. (2015). *“Respuesta Agronómica De Dos Híbridos De Maíz (Zeamays L.) A La Aplicación De Tres Fuentes De Fertilizantes Nitrogenados”*. Guayaquil: Universidad De Guayaquil.
- Coral, J. (2017). *Caracterización Morfológica Y Agronómica De Dos Genotipos De Maíz (Zea Mays L.) En La Zona Media De La Parroquia Malchinguí*. Quito: Universidad Central Del Ecuador.

- Delgado, J. (2017). *Intagri*. Obtenido De Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/la-seleccion-del-hibrido-de-maiz>
- Fallas, R. (2015). *Caracterización Del Desarrollo Y Absorción De Nutrimientos Del Híbrido De Maíz Hc-57*. Costa Rica: Centro De Investigaciones Agronómicas, Universidad De Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Fallas, R., Bertsch, G., & Otros, &. (2019). *Caracterización Del Desarrollo Y Absorción De Nutrimientos Del Híbrido De Maíz Hc-57*. Obtenido De Agron. Costarricense Vol.35 N.2 San Pedro De Montes De Oca Dec. 2011: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242011000200003&script=sci_arttext
- Fao. (2015). *El Manejo Del Suelo En La Producción De Hortalizas Con Bpa*. El Salvador: Ministerio De Agricultura Y Ganadería.
- Fao. (2019). *Funciones De Los Elementos En La Planta*. Obtenido De Funciones De Los Elementos En La Planta: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/Ftp_Faorlc/Old/Prior/Segalim/Aup/Pdf/6a.Pdf
- Fao. (2020). *Fao*. Obtenido De Historia Del Desarrollo Del Maíz Híbrido: <http://www.fao.org/3/X7650s16.htm>
- Guacho, E. (2014). *“Caracterización Agro-Morfológica Del Maíz (Zea Mays L.) De La Localidad San José De Chazo.”*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimboraz.

Guadamu, B. (2019). "Adaptación De Los Productores A Los Riesgos Que Amenazan La Economía De La Producción De Maíz Duro En El Cantón Mocache Para Reducir Su Impacto En El Bienestar Familiar". En G. Betsy, *"Adaptación De Los Productores A Los Riesgos Que Amenazan La Economía De La Producción De Maíz Duro En El Cantón Mocache Para Reducir Su Impacto En El Bienestar Familiar"* (Pág. 107). Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.

Guzman, D. (2017). *"Etapas Fenológicas Del Maiz (Zea Mays L.) Var. Tusilla Bajo Las Condiciones Climáticas Del Cantón Cumandá, Provincia De Chimborazo"*. Cumanda: Universidad Técnica De Ambato.

Hernan, S. (2017). *Curvas De Absorcion De Nutrientes: Importancia Y Uso En Los Programas De Fertilizacion*. Obtenido De Curvas De Absorcion De Nutrientes: Importancia Y Uso En Los Programas De Fertilizacion: [Http://186.3.32.121/Bitstream/48000/3006/8/8.%20%20estructura%20de%20contenido.Pdf](http://186.3.32.121/Bitstream/48000/3006/8/8.%20%20estructura%20de%20contenido.Pdf)

Hurtado, C. (2014). *"Estudio De Alternativas De Fertilización Edáfica Y Foliar, En Un Híbrido Comercial De Maíz (Zea Mayz L), En La Zona De Balzar, Provincia Del Guayas"*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica Del Litoral

Inta. (2016). *Movilidad Del Fósforo En El Suelo*. Obtenido De Equipo Del Proyecto Fertilizar - Inta Pergamino: [Http://Www.Fertilizando.Com/Articulos/Movilidad%20del%20fosforo%20en%20el%20suelo.Asp](http://Www.Fertilizando.Com/Articulos/Movilidad%20del%20fosforo%20en%20el%20suelo.Asp)

- Inta. (2019). *Plan De Fertilización En Maíz*. Obtenido De Agritotal.Com:
[Https://Www.Agritotal.Com/Nota/Plan-De-Fertilizacion-En-Maiz/](https://www.agritotal.com/Nota/Plan-De-Fertilizacion-En-Maiz/)
- León , W. (2016). *Manejo De La Fertilización De Maíz (Zea Mays L.) En El Valle Santa Catalina*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Marcillo, J. (2014). *“Respuesta Del Híbrido De Maíz (Zea Mays L.) Dk- 7088 A La Fertilización Con Macro Y Microelementos, Bajo Riego Por Goteo En El Cantón Balzar- Guayas”*. Guayaquil: Universidad De Guayaquil.
- Mendez, A. (2017). *Dinámica De La Absorción De Nutrientes Del Cultivo De Arroz (Oryza Sativa) Variedad Fedearroz 2000 En Pivijay -Magdalena*. Pivijay - Magdalena: Universidad Del Magdalena.
- Motato, N. (2018). “Fertilización Química Con Micronutrientes En El Híbrido De Maíz, Iniap H-603 En Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia De Manabí. En *“Fertilización Química Con Micronutrientes En El Híbrido De Maíz, Iniap H-603 En Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia De Manabí* (Pág. 64). Manta: Universidad Laica “Eloy Alfaro” De Manabi.
- Muedas, J. (2019). Dosis De Nitrógeno Y Potasio En La Producción De. En M. Judith, *Dosis De Nitrógeno Y Potasio En La Producción De* (Pág. 88). Satipo: Universidad Nacional Del Centro Del.
- Niquin, E., & &Otros. (2018). Fertidif: Software Para La Planificación De Fertilización Agrícola Basado En Optimización Lineal Con Costos. *Scientia Agropecuaria*, 103 – 112. Obtenido De [Http://Revistas.Unitru.Edu.Pe/Index.Php/Scientiaagrop](http://Revistas.Unitru.Edu.Pe/Index.Php/Scientiaagrop)

- Oas. (2018). Clasificación Taxonómica De Los Suelos Identificados. "*Soil Taxonomy (1973)*", 25 - 27.
- Oñate, L. (2016). "Duración De Las Etapas Fenológicas Y Profundidad. En L. Oñate, "*Duración De Las Etapas Fenológicas Y Profundidad* (Pág. 102). Cevallos: Universidad Técnica De Ambato.
- Panduro, N. (2015). *Dinámica De La Absorción De Los Nutrientes Y Metales Pesados En La Biomasa Estacional Del Cultivo De Camu Camu (Myrciariadubiahbk), En Un Entisolsde Yarinacocha*. Tingo María –Perú: Universidad Nacional Agraria De La Selva.
- Perdomo, C. (2016). *Área De Suelos Y Aguas*. Montevideo: Universidad De La Republica De Uruguay.
- Perez, F. (2017). *Nutrición Mineral*. Pucallpa: Universidad Nacional De Ucayali.
- Perez, J. (2014). *Uso De Los Fertilizantes Y Su Impacto En La Producción Agrícola*. Medellín: Universidad Nacional De Colombia.
- Perez, P. (2014). *Comportamiento Agronómico De Nuevos Materiales De Maíz (Zea Mays L) Comparados Con Testigos Comerciales, Sembrados Durante La Época Lluviosa Del 2014 En Fumisa*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Remache, M., & Otros. (2016). *Absorción De Macronutrientes Y Eficiencia Del N, En Híbrido Promisorio De Maíz. Patricia Pilar, Ecuador*. Disponible En: [Http://Www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=43654191007](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43654191007): Universidad De Costa Rica. Colegio De Ingenieros Y Agrónomos. Ministerio De Agricultura Y Ganadería.

- Rengel, M. (2018). *Crecimiento Y Dinamicade Acumulacion De Nutrientres En Maiz (Zea Maysl.) En Venezuela*. Caracas, Venezuela: Departamento De Fertilizantes, Agroisleña, C.A.,.
- Rodriguez, J. (2013). “*Comportamiento Agronómico De Cinco Híbridos De Maíz (Zea Maysl.) En Estado De Choclo Cultivados A Dos Distancias De Siembra*”. Guayaquil: Universidad De Guayaquil.
- Sandal, M. (2014). *Comportamiento Agronómico De Tres Híbridos De Maíz (Zea Mays L.). En El Cantón Pueblo Viejo Provincia De Los Ríos*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Sanzano, A. (2016). El Fósforo Del Suelo. En A. Sanzano, *Química Del Suelo - El Fósforo* (Pág. 56). Cátedra De Edafología. Faz. Unt.
- Sela, G. (2020). *Fertilización Y Riego: Teoría Y Mejores Prácticas*”. Mexico: Ceo De Cropaia . Obtenido De [Https://Cropaia.Com/Es/Blog/Nitrogeno-En-Las-Plantas/](https://Cropaia.Com/Es/Blog/Nitrogeno-En-Las-Plantas/)
- Sierra, A. (2017). *Principios Y Prácticas Para El Manejo De Nutrientes En La Produccion De Hortalizas1*. Florida: Univerdidad De Florida.
- Tanta, F. (2018). Efecto De Citoquininas, Boro Y Poliaminas En El Rendimiento Del Maiz Dk7088 En Chepen La Libertad. En F. Tanta, *Efecto De Citoquininas, Boro Y Poliaminas En El Rendimiento Del Maiz Dk7088 En Chepen La Libertad* (Pág. 54). Trujillo: Universidad Nacional El Tujillo.
- Uart, S. (2016). *El Rol Del Nitrogeno Y Fosforen El Maiz*. Argentina: I N Ta-Fca .
- Uzamorano. (2019). *Zamorano Digital*. Obtenido De Zamorano Digital: [Https://Bdigital.Zamorano.Edu/Bitstream/11036/1340/2/02.Pdf](https://Bdigital.Zamorano.Edu/Bitstream/11036/1340/2/02.Pdf)

Valverde, M. (2015). *Caracterización E Identificación De Razas De Maíz En La .*
Cuenca: Universidad De Cuenca.

Yfran, M., & Otros, &. (2017). Fertilización Foliar Con Potasio, Calcio Y Boro.
Incidencia Sobre La Nutrición Y Calidad De Frutos En Mandarino 'Nova.
Cultivos Tropicales, Vol. 38, No. 4,, Pp. 22- 29.

9. Anexos

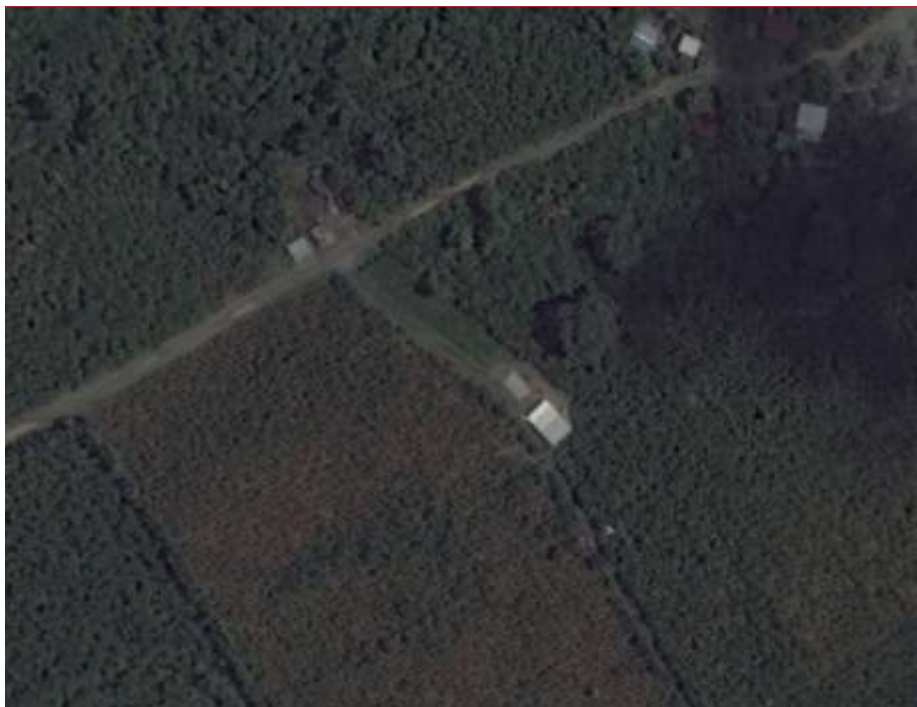


Figura 1: Instalación de parcela

Fuente: Google earth, 2020



Figura 2: Toma de muestra de suelo inicial

Sigcho, 2020



Figura 3: Siembra de parcela demostrativa
Sigcho, 2020



Figura 4: Día 10 de parcela demostrativa
Sigcho, 2020



Figura 5: Día 25 de parcela demostrativa
Sigcho, 2020



Figura 6: Visita de tutor de tesis
Sigcho, 2020



Figura 7: Labores culturales – Fertilización
Sigcho, 2020



Figura 8: Fertilización
Sigcho, 2020



Figura 9: Día 30 de parcela demostrativa
Sigcho, 2020



Figura 10: Día 50 de parcela demostrativa
Sigcho, 2020



Figura 11: Toma de muestras foliares

Sigcho, 2020



Figura 12: Labor cultural por las lluvias

Sigcho, 2020



Figura 13: Cosecha
Sigcho, 2020



Figura 14: Desgrane
Sigcho, 2020



Figura 15: Peso de mazorca y grano
Sigcho, 2020



Figura 16: Mazorcas afectadas
Sigcho, 2020



Figura 17: Peso de rendimiento

Sigcho, 2020

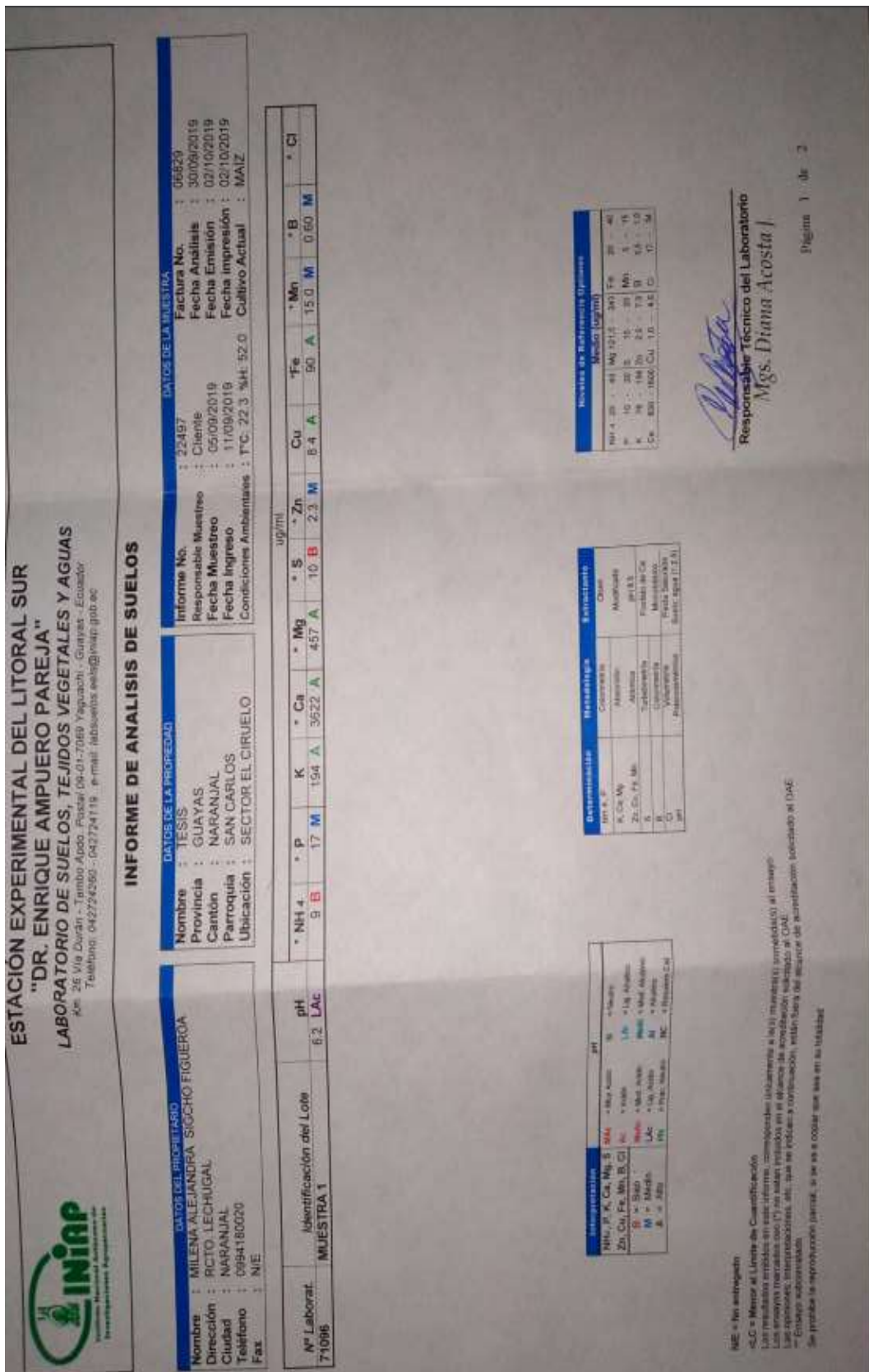


Figura 18: Resultado de análisis de suelo inicial Sigcho 2020

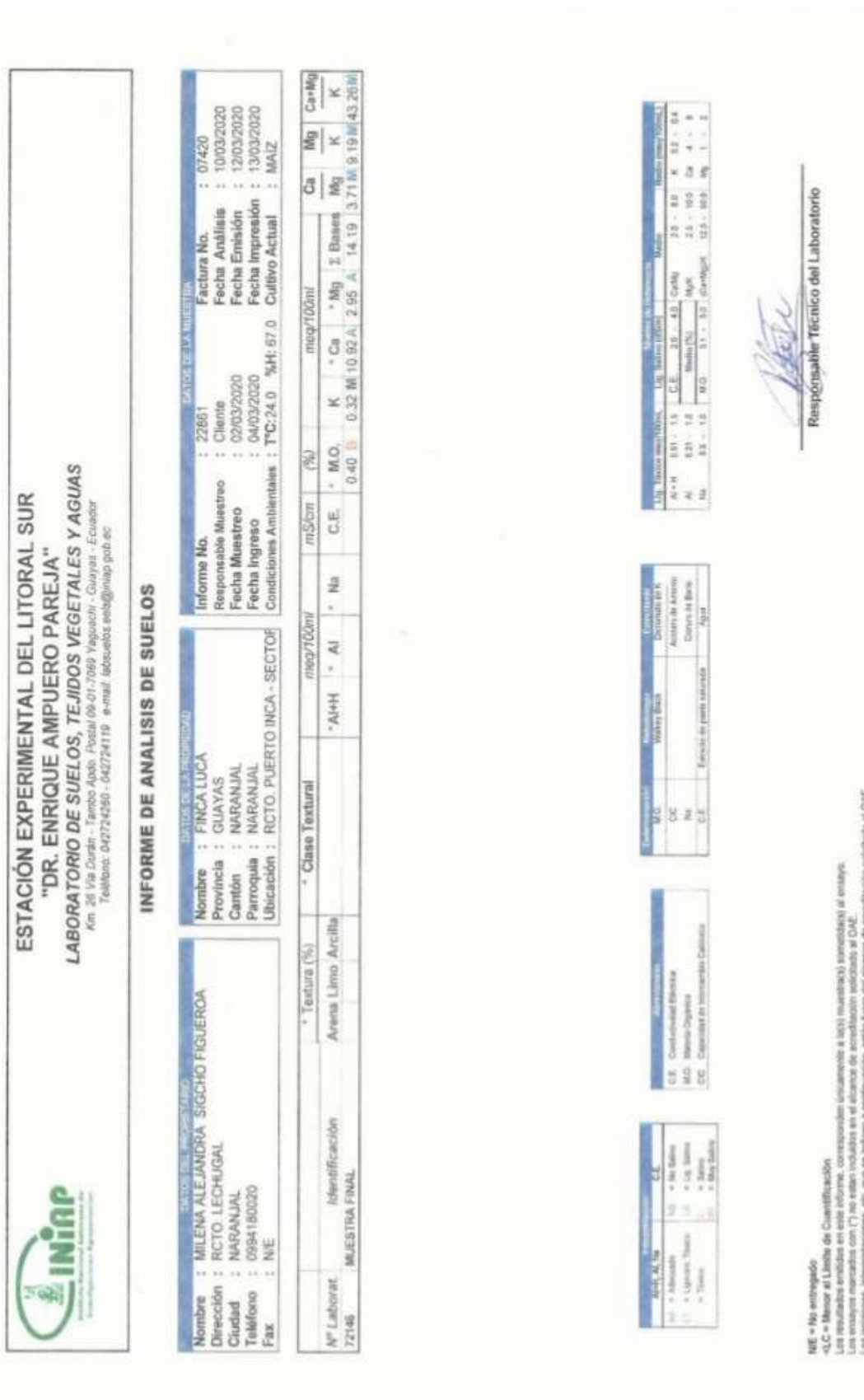


Figura 20: Resultado de análisis de suelo final Sigcho, 2020

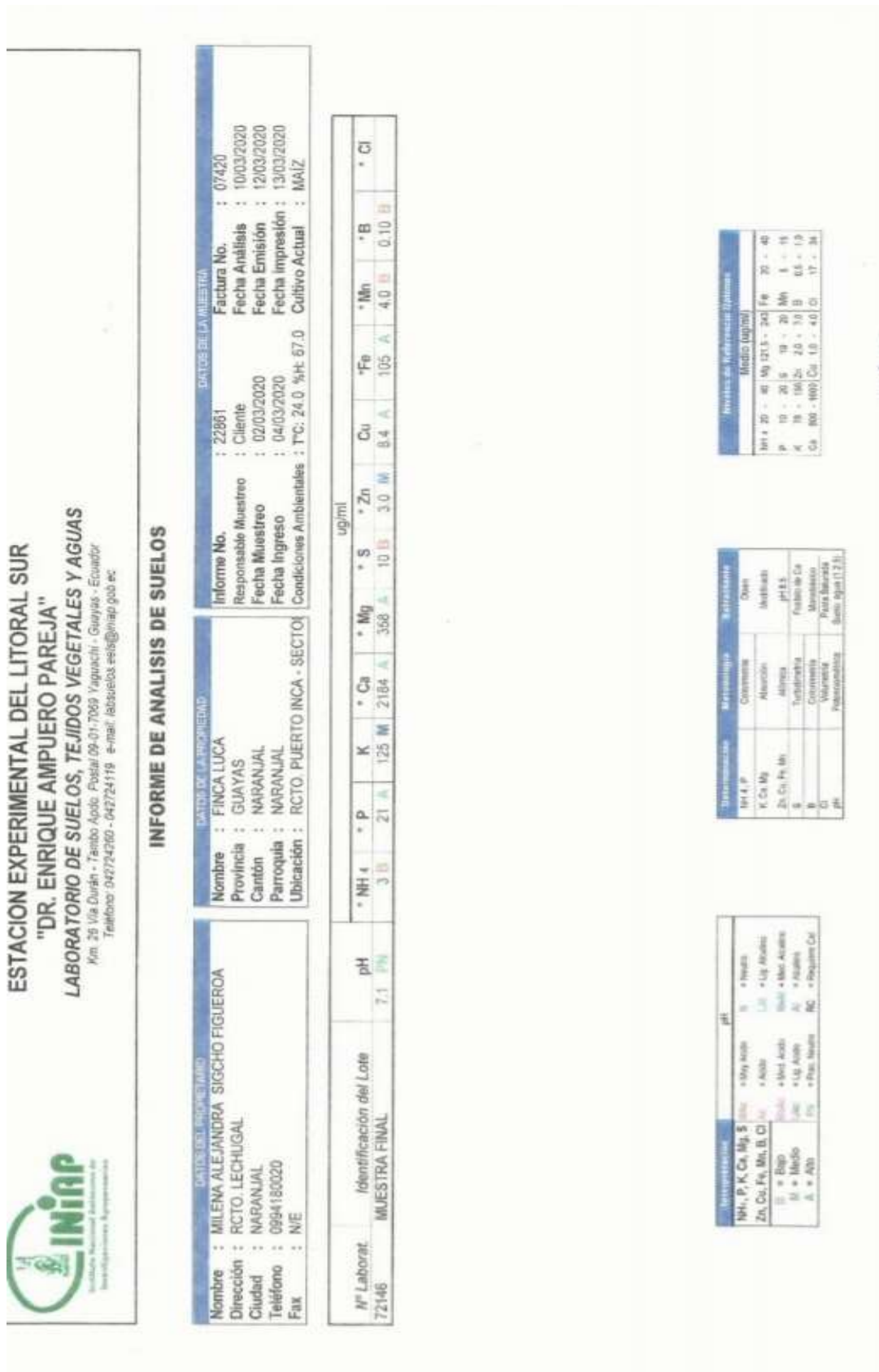



Figura 21: Resultado de análisis de suelo final Sigcho, 2020



INIA
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán Tambo
Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : MILENA ALEJANDRA SIGCHO FIGUEROA
Dirección : RCTO. LECHUGAL
Ciudad : NARANJAL.- GUAYAS
Teléfono : 0994180020
Fax : NE

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : LUCA
Provincia : GUAYAS
Cantón : NARANJAL
Parroquia : SECTOR TROBADO
Ubicación : PUERTO INCA

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo : MAIZ
N° de Reporte : 7440
Fecha de Muestreo : 13/03/2020
Fecha de Ingreso : 13/03/2020
Fecha de Salida : 02/07/2020

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
40256	MUESTRA NRO. 1	NE	3,2	A	0,38	A	3,12	E	0,66	A	0,17	D					

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

Figura 22: Análisis folias 45 días

Sigcho, 2020

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: MILENA ALEJANDRA SIGCHO FIGUEROA	Nombre	: TESIS	Cultivo	: MAIZ
Dirección	: RCTO. LECHUGAL	Provincia	: GUAYAS	Nº de Reporte	: 9190
Ciudad	: NARANJAL - GUAYAS	Cantón	: NARANJAL	Fecha de Muestreo	: 06/11/2019
Teléfono	: 0994180020	Parroquia	: RTO. PUERTO INCA	Fecha de Ingreso	: 06/11/2019
Fax	: N/E	Ubicación	: RTO. PUERTO INCA	Fecha de Salida	: 26/11/2019

Nº Muest. Laboral.	Datos del Lote		Análisis (%)										Análisis (ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
39925	MUESTRA 1	N/E	2,9	A	0,26	A	3,61	E	0,35	A	0,24	A					

INTERPRETACION


D = Deficiente

A = Adecuado

E = Excesivo

Figura 23: Análisis folias 90 días

Sigcho, 2020



ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Durán Tambo
 Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo : MAIZ
 N° de Reporte : 7281
 Fecha de Muestreo : 23/12/2019
 Fecha de Ingreso : 14/01/2020
 Fecha de Salida : 14/01/2020

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : MILENA SIGCHO FIGUEROA
 Dirección : RCTO. ELLECHUGAL
 Ciudad : NARANJAL
 Teléfono : 994180020
 Fax : N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : LUCA
 Provincia : GUAYAS
 Cantón : NARANJAL
 Parroquia : SECTOR TROBADOR/ PUERTO INCA
 Ubicación : SECTOR TROBADOR/ PUERTO INCA

DATOS DEL LABORATORIO

Cultivo : MAIZ
 N° de Reporte : 7281
 Fecha de Muestreo : 23/12/2019
 Fecha de Ingreso : 14/01/2020
 Fecha de Salida : 14/01/2020

N° de Muest. Laborat	Datos del Lote		Elementos (%)										Elementos (ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
40120	LI 110	N/E	2,1	E	0,33	E	3,23	E	0,77	A	0,27	E					

INTERPRETACION

D = Deficiente
 A = Adecuado
 E = Excesivo

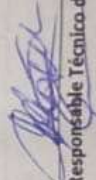
Mgs. *Dianna Acosta J.*

 Responsable Técnico del Laboratorio

Figura 24: Análisis foliar 120 días
 Sigcho, 2020

