

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Influencia del Tipo de Fórmula, Capacidad de Extracción, Uso de Melaza y Humatos en Camote

Por:

JUAN URIEL LÓPEZ MACÍAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Agosto, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Influencia del Tipo de Fórmula, Capacidad de Extracción, Uso de Melaza y
Humatos en Camote

Por:

JUAN URIEL LÓPEZ MACÍAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal



M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Coasesor



Ing. Héctor Manuel Castillo Soto

Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores

Coordinador Interino de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Agosto, 2023



Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Juan Uriel López Marías

Firma y nombre

DEDICATORIA

A mi familia quienes desde un principio compartieron conmigo esta gran ilusión.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)

Al Mtro. Alejandro Veloz Pachicano

Ing. Amairani Antonio Hernandez

A quienes con su experiencia, conocimientos, tiempo y dedicación han hecho posible concluir este trabajo, Muchas gracias.

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Ing. Héctor Manuel Castillo Soto

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.2. <i>General</i>	3
1.1.3. <i>Específicos</i>	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. ORIGEN E HISTORIA.....	4
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.3. HABITO DE CRECIMIENTO.....	5
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	5
2.4.1. <i>Raíz</i>	5
2.4.2. <i>Tallo</i>	5
2.4.3. <i>Hoja</i>	6
2.4.4. <i>Flor</i>	6
2.4.5. <i>Fruto y semilla</i>	6
2.5. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL.....	6
2.6. IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	8
2.7. DEMANDA HÍDRICA.....	8
2.9. ANÁLISIS DE SUELOS.....	9
2.9.1. <i>Importancia de los análisis de suelos</i>	9
2.10. FERTILIZANTES.....	10
2.11. SOLUCIONES MADRE.....	10
2.12. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	10
2.13. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y MINERAL.....	11
2.14. FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMOTE.....	11
2.15. SUSTANCIAS HÚMICAS.....	12
2.15.1. <i>Ácidos húmicos</i>	13
2.16. MELAZA.....	13
2.16.1. <i>Composición de la melaza</i>	13
2.16.2. <i>Usos en la agricultura</i>	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	15
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	15

3.2.1. <i>Clima</i>	15
3.2.2. <i>Suelo</i>	15
3.3. MATERIAL VEGETAL	16
3.4. PREPARACIÓN DEL TERRENO	16
3.5. ESTABLECIMIENTO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL	17
3.6. PLANTACIÓN	17
3.7. SISTEMA DE RIEGO Y RIEGOS APLICADOS	17
3.8. FERTILIZACIÓN	18
3.9. CONTROL FITOSANITARIO	18
3.10. APLICACIONES FOLIARES	18
3.11. CONTROL DE MALEZAS	18
3.12. COSECHA	18
3.13. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES MADRE	19
3.13.1. <i>Preparación de la solución con humatos</i>	19
3.13.2. <i>Preparación de la melaza</i>	19
3.14. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.15. MODELO ESTADÍSTICO	20
3.16. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS	20
3.17. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO EXPERIMENTO	21
3.18. VARIABLES EVALUADAS Y FORMA DE MEDICIÓN	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. NÚMERO DE RAÍCES RESERVANTES TOTALES (NRRT)	24
4.2. DIÁMETRO POLAR (DP)	27
4.3. PESO FRESCO (PF)	31
4.4. DIÁMETRO ECUATORIAL (DE)	34
4.5. LONGITUD DE LA LAMINA FOLIAR (LLF)	35
4.6. DIÁMETRO DE TALLO	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. SUGERENCIAS	41
VII. LITERATURA CONSULTADA	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Contenido nutricional de raíces reservantes de camote en 100 g de muestra	7
2	Análisis de fertilidad del suelo, realizado en el sitio experimental para llevar a cabo el experimento	15
3	Descripción de tratamientos aplicados al cultivo de camote para la primera evaluación	21
4	Descripción de tratamientos aplicados en el cultivo de camote para la segunda aplicación.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Respuesta del camote al factor B (Capacidad de extracción) para la variable número de raíces reservantes totales (NRRT).....	25
2	Respuesta del camote a la interacción del factor a (Tipo de solución nutritiva) y factor B (Capacidad de extracción), para la variable número de raíces reservantes totales (NRRT).....	26
3	Valores de las medias para los tratamientos cuando se emplearon humatos y melaza para la variable número de raíces reservantes	27
4	Respuesta del camote al factor A (Influencia del tipo de solución nutritiva) para la variable diámetro polar (DP)	28
5	Respuesta del camote al factor B (capacidad de extracción) para la variable diámetro polar (DP).....	29
6	Medias de los tratamientos con humatos y meleza para la variable diámetro polar (DP).....	31
7	Respuesta del camote al factor A (Influencia del tipo de formula) para la variable peso fresco (PF).....	32
8	Medias de los tratamientos donde se aplicaron, humatos, melaza y fertilización química para la variable peso fresco (PF)...	34
9	Respuesta del camote a la interacción del factor A (Tipo de solución nutritiva) y factor B (Capacidad de extracción) para la variable longitud de la lámina foliar (LLF).....	36
10	Medias de los tratamientos con solo fertilizantes, humatos y melaza para la variable longitud de la lamina foliar.....	37
11	Respuesta del camote al factor A (Influencia del tipo de formula) para la variable diámetro de tallo (DT).....	38
12	Respuesta del camote al factor B (Capacidad de extracción) para la variable diámetro del tallo (DT).....	39
13	Medias de los tratamientos con solo fertilizante, humatos y melaza para la variable diámetro de tallo (DT).....	39

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el campo experimental ubicado en la parte posterior del edificio “La Gloria”. El objetivo principal de esta investigación fue conocer la influencia que ejerce la fertilización completa, melaza y humatos en la producción de camote. El cultivo fue establecido bajo condiciones de campo abierto en mayo de 2019, con un sistema de riego por goteo, donde se utilizó una variedad de camote de tipo morado; se emplearon guías de camote como semilla no botánica, con 10 cm de separación entre las puntas de los tallos, con una distancia entre surcos de 75 cm. Se llevaron a cabo dos evaluaciones resultando dos análisis de varianza, el modelo estadístico empleado fue un bloque al azar con arreglo factorial, A x B (2 x 4) con 24 unidades experimentales y A x B (4 x 3) con 36 unidades experimentales y una comparación de medias para los tratamientos donde se empleó la melaza, se tomaron 1.2 m por unidad experimental. Los factores de estudio fueron, “Influencia del tipo de fórmula” A1: Formula vegetativa, A2: Formula reproductiva y Capacidades de extracción de fertilizantes, B1: 250, B2: 500, B3: 1000 y B4: 1500 kg de fertilizante/Ha/año mientras que para la segunda evaluación los factores de estudio fueron “Dosis de humatos” A1: 0, A2: 0.25 cc/L y A3: 0.50 cc /L y “Capacidad de extracción de fertilizante” B1: 250, B2: 500, B3: 1000 y B4: 1500 kg de fertilizante/Ha/año. Las variables evaluadas para ambos estudios fueron: Número de raíces reservantes totales (NRRT), Peso fresco (PF), Diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro de tallo (DT) y Longitud de la lámina foliar (LLF). Respecto a la variable “Número de raíces reservantes totales”, se encontró que esta, aumenta conforme se incrementa la capacidad de extracción de fertilizante hasta 1,500 kg de fertilizante/Ha/año, para la variable peso fresco, los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicó la formula vegetativa y una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año, para las variables diámetro ecuatorial y diámetro polar, estas no están influenciadas por el tipo de formula aplicada, ni por la capacidad de extracción, ya que reportan resultados semejantes, por lo que se infiere que su crecimiento está asociado posiblemente a otros factores. Respecto a la lámina foliar, los mejores resultados se obtuvieron cuando se utilizó una formula vegetativa y una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año. En cuanto al diámetro del tallo, el uso de una fórmula reproductiva, favorece la producción de tallos más gruesos, lo que indica que tendrán una mayor cantidad de reservas, respecto al uso de los humatos, en este estudio no fue representativo a excepción de las variables “Peso fresco” y “Diámetro del tallo” en las que su uso favoreció el crecimiento. En relación al uso de la melaza en este cultivo en particular las dosis empleadas (0.5, 1.0 y 1.5 cc/L), resultaron contraproducentes, induciendo a las plantas a un estrés de saturación de carbohidratos, que en consecuencia redujeron la capacidad productiva de las plantas.

Palabras clave: Camote, Capacidad de extracción, Humatos, Melaza

I. INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batata* L.), es una hortaliza de raíz, está considerado como una de las hortalizas más importantes del mundo, ocupando el séptimo lugar entre los cultivos alimenticios y el tercero de los que poseen órganos subterráneos comerciales, solo antecedido por la yuca y la papa (González, *et al.*, 2020; Cartagena, 2019; Castillo, *et al.*, 2014).

El cultivo predomina en los países en vías de desarrollo (Rodríguez, *et al.*, 2014) y en el 2020 se estimó una producción total de 89,487,835 t, China representó el 54.70% del total de la producción, ocupando el primer lugar con 48,949,495 t, (FAO, 2020).

El camote a nivel nacional, a pesar de estar clasificado como una hortaliza de clima tropical y subtropical, tiene presencia en los 32 estados de la República Mexicana. En el año 2020 se destinaron cerca de 557,897.89 Has para su cultivo, reportándose una producción total de 11,068,150.30 t, con un valor aproximado de \$15,595,312.37. Del 2010 al 2020 tuvo en promedio un precio en el medio rural de \$6,008.01 por t. Los estados con mayor producción fueron: Guanajuato con 1,243,854.96 t, en 59,639.48 Has, Sinaloa con 1,193,884.04 t, en 39,194.35 Has y Chihuahua con 1,019,332.67 t, en 37,694.78 Has, (SIACON, 2020).

El estado de Coahuila ocupó el lugar número 29 de producción nacional con un total de 27,487.33 t, establecidas en una superficie de 860.56 Has, (SIACON, 2020). Esta situación puede deberse a que la gran mayoría de los suelos del estado presentan un pH alcalino, por lo que, en consecuencia, la disponibilidad de los micro elementos se ve reducida, (Etchevers, 1999).

El cultivo sobresale por sus características de alto rendimiento, adaptabilidad a diversas condiciones edafoclimáticas y a las sequías, (Da Silva, *et al.*, 2020), lo que

permite establecerlo en dos ciclos de cultivo el de temporal que comprende de junio a noviembre y el de invierno de diciembre a junio. El primero abastece la principal temporada de demanda en el mes de noviembre en México (Basurto, 2015), al estar asociado a festividades como el día de muertos, forma parte de los cultivos tradicionales del país, en donde se consume en forma de dulce, asado o cocido al vapor.

Dependiendo de la región del país donde se produzca, se realizará o no una inversión en los insumos, maquinaria y riego. Existen regiones en donde se emplean solamente herramientas manuales para su cultivo, principalmente en áreas de temporal (Molina, 2019), empleando técnicas de fertilización rudimentarias, esto debido a la falta de información, utilizando dosis de fertilizantes sin considerar el estado de fertilidad del suelo y las necesidades nutricionales de la especie.

La producción está destinada tan solo para el mercado nacional, regional, así como para autoconsumo, aunque es escaso; a pesar de tener grandes cualidades nutraceuticas es visto como un alimento alternativo o complementario (Basurto, 2015), para su comercialización se clasifican por su tamaño en grandes con un peso mayor a 500 g, medianos entre 250 a 500 y chicos entre 60 a 250 g.

Uno de los problemas que se presentan comúnmente en el cultivo del camote es la aplicación inadecuada de fertilizantes y un reducido uso de productos orgánicos que ayuden a mejorar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

Una de las causas que genera este problema, es la falta de análisis del suelo, que es una herramienta básica, que ayuda a determinar, si existe una limitante en nutrientes que impidan expresar todo su potencial de rendimiento y conocer los niveles de disponibilidad de los nutrientes en el suelo, para poder decidir finalmente, si se corrige la condición de deficiencia empleando fertilizantes, con qué fuentes y a qué dosis.

Si no se resuelve el problema se tiene como consecuencia un mayor costo de producción y un bajo rendimiento, por lo que se propone, seleccionar una adecuada dosis de fertilizante y productos orgánicos, como la melaza y ácidos húmicos para

evitar la salinización de los suelos agrícolas, así como evitar la contaminación de los mantos acuíferos.

En el presente trabajo se plantean los siguientes objetivos e hipótesis

1.1. Objetivos

1.1.2. General

Conocer la influencia que ejerce la fertilización completa, melaza y humatos en la producción de camote.

1.1.3. Específicos

- Conocer la influencia que ejerce la melaza sobre variables de calidad y rendimiento en la producción de camote.
- Determinar el efecto potencializador de los humatos sobre los fertilizantes, relacionado con la producción de camote.
- Medir el efecto que ejerce el manejo de la nutrición completa en el cultivo del camote.
- Diversificar la oferta agrícola en el municipio de Saltillo, Coahuila.

1.2. Hipótesis

Al menos un tratamiento influirá de manera positiva en el crecimiento vegetativo y en la formación de raíces tuberosas, que favorezcan un incremento en el rendimiento del camote.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e historia

El lugar de origen del camote (*Ipomoea batata* L.) no se sabe con exactitud, se han desarrollado diversas teorías de esta especie con sus correspondientes fundamentos (Coaquira, 2019), pero estudios realizados concluyen que el camote es originario del continente americano, se han encontrado evidencias arqueológicas entre los 4000 a 8000 años en la costa peruana y es probable que en épocas precolombinas se distribuyera a través del Pacífico hasta Nueva Zelanda (Basurto, 2015).

El camote pudo haber evolucionado por separado en América central incluyendo el Caribe y América del Sur en los países de Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador (Morales, *et al.*, 2017). México es considerado como centro de diversidad de la sección batatas, donde se ubica el camote, situando a Mesoamérica como la región con mayor diversidad genética (Basurto, 2015).

2.2. Clasificación taxonómica

Esta especie fue descrita por Linneo en 1753 como *Convolvulus Batatas*. Sin embargo, en 1791, Lamarck clasificó esta especie dentro del género *Ipomoea* basándose en la forma del estigma y a la superficie de los granos de polen. Por lo tanto, el nombre fue cambiado a (*Ipomoea Batatas* L). Lam (Valverde, 2014). Actualmente la taxonomía es la siguiente (Zambrano, 2013).

División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Solanales
Familia: Convolvulaceae

Tribu: Ipomoeae
Género: Ipomoea
Especie: batatas

2.3. Habito de crecimiento

La planta posee un habito de crecimiento predominantemente postrado, con tallos que crecen de manera horizontal sobre el suelo, se pueden encontrar cultivares de tipo erecto, semi erecto, extendido y muy extendido (Huamán, 1992).

2.4. Descripción de la planta

El camote es una especie herbácea, se le suele propagar de manera vegetativa, empleando raíces reservantes o esquejes, es una planta de ciclo perenne, sin embargo, es cultivada como anual (Huamán, 1992).

2.4.1. Raíz

Pueden diferenciarse tres tipos raíces en su sistema radical: raíces fibrosas, encargadas de la absorción de nutrientes y agua, raíces tipo lápiz, con un ligero engrosamiento y lignificación y raíces reservantes en las que se almacenan foto asimilados (Martí, *et al.*, 2014). Estas últimas se originan en los nudos del tallo que se encuentra bajo tierra y pueden desarrollarse hasta adquirir una longitud de unos 30 cm y un diámetro de 20 cm, en estas raíces se distingue un pedúnculo proximal una parte dilatada central y un extremo distal (Cusumano y Zamudio, 2013).

Las raíces reservantes pueden variar en forma y tamaño según el cultivar, así como el tipo de suelo donde se desarrollan, pueden ser de redonda a elíptica, ovada, oblonga e irregular, pueden tener una coloración blanca, crema, amarilla, anaranjada, marrón, roja, morada y/o rosada. El color de la pulpa (parénquima) puede ser blanca, crema, amarilla, anaranjada y en algunos casos con manchas moradas (Huamán, 1992).

2.4.2. Tallo

Los tallos superficiales, se expanden de manera horizontal sobre el suelo, poseen

una forma cilíndrica y una longitud variable dependiendo de las condiciones ambientales y el tipo de variedad establecida, en general los largos van desde los 50 cm hasta los 5 m (Martí, *et al.*, 2014). La superficie puede ser glabra o pubescente, presenta una coloración de verde a púrpura o rojizo, con una o dos yemas por axila foliar. Algunos cultivares presentan la torsión de las guías típica de las convolvuláceas (Cusumano y Zamudio, 2013).

2.4.3. Hoja

Las hojas se distribuyen en los tallos en forma de espiral y según el cultivar, varían ampliamente en tamaño, largo del pecíolo y forma, pudiendo ser redondeadas, cordadas, reniformes, lobuladas y casi divididas. Presentan un color generalmente verde, pero puede presentar pigmentación morada sobre todo en las más jóvenes (Martí, *et al.*, 2014; Cusumano y Zamudio, 2013).

2.4.4. Flor

Las flores se encuentran agrupadas en una inflorescencia del tipo de cima bípara, con raquis de hasta 20 cm de longitud, de forma campanulada y presentan colores que varían de un verde pálido hasta un púrpura oscuro (Cusumano y Zamudio, 2013).

2.4.5. Fruto y semilla

Posee una pequeña cápsula redondeada de aproximadamente 3 a 7 mm de diámetro. Cada cápsula contiene de 1 a 4 pequeñas semillas y cada una tiene entre 2 a 4 mm de diámetro, de forma irregular a redondeadas negras a marrones y el peso de mil semillas varía entre 20 a 25 g (Cusumano y Zamudio, 2013).

2.5. Composición nutrimental

El camote, es una hortaliza de gran importancia en la alimentación humana, su consumo aporta nutrientes esenciales para el buen funcionamiento del organismo (Vidal, *et al.*, 2018); aunque las variedades domesticas de camote difieren en rasgos fenotípicos y genotípicos específicos, todas ellas son ricas en azúcares, almidón de lenta digestión, vitaminas, minerales, proteínas, lípidos bioactivos, carotenoides,

polifenoles, ácido ascórbico, alcaloides, cumarinas y saponinas (Escobar, *et al.*, 2022).

Debido a las propiedades antioxidantes brindadas por los pigmentos contenidas en las raíces reservantes, se les atribuyen cualidades benéficas para la salud, como la prevención de enfermedades cardiovasculares, neuronales, cáncer, diabetes, entre otras (Alvares, 2016).

Cuadro 1. Contenido nutricional de raíces reservantes de camote en 100 g de muestra.

Contenido	Unidad / 100 g
Energía (kcal)	115,00
Agua (g)	70, 50
Hidrato de carbono (g)	24,10
Fibra (g)	3,14
Proteínas (g)	1,63
Lípidos	0,60
Ácidos grasos Saturados	0,23
Ácidos Grasos monoinsaturados (g)	0,04
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	0,20
Sodio (mg)	19,00
Potasio (mg)	300,00
Fosforo(mg)	-
Yodo(mg)	2,40
Calcio (mg)	22,00
Magnesio (mg)	18,00
Zinc (mg)	0.39
Selenio (µg)	1,00
Hierro (mg)	0,66
Provitamina A (µg)	655,0
Ácido Fólico (µg)	17,00
Vitamina B1 tiamina (mg)	0,17
Vitamina B2 riboflavina (mg)	0,06
Vitamina B6 (mg)	0,27
Vitamina C ácido ascórbico (mg)	25,00
Carotenoides (µg)	3930,00
Ácidos orgánicos disponibles (mg)	-
Fito esteroles (mg)	12,00

Fuente: Martí, *et al.*, 2011.

2.6. Importancia del cultivo

Es uno de los cultivos más valiosos y ampliamente sembrados, en países en vías de desarrollo, es cultivado en más de 100 países (Coaquira, 2019) con una producción anual de más de 130 millones de toneladas, está considerado como un cultivo de subsistencia y seguridad alimentaria (Arizio, 2004) tiene un considerable valor comercial, sus raíces tuberosas son muy utilizadas en el consumo humano y animales, constituye una gran fuente de carbohidratos minerales y vitaminas (Sosa, 2017).

2.7. Demanda hídrica

La sequía es el factor limitante más importante para la agricultura en todo el mundo, lo que puede causar graves pérdidas de rendimiento y productividad en la mayoría de las plantas de cultivos en regiones áridas y subáridas (Muhammad, *et al.*, 2011). El camote, está considerado como un cultivo tolerante a la sequía, sin embargo, no soporta la ausencia del agua en etapas como son, la siembra o el establecimiento de guías y las fases iniciales de crecimiento, incluidos el desarrollo y la iniciación de los tubérculos (Cyril, *et al.*, 2015; Del Valle, 2015).

El cultivo no es muy exigente en cuanto a un calendario de riego ya que una vez que las guías cubren la cama la humedad se preserva (Macedo, 2021), por su alta capacidad respiratoria, es conveniente no abusar del riego; de preferencia se debe mantener de un 20 a un 50% de agua disponible en el suelo para lograr una adecuada tuberización durante el ciclo del cultivo (Moreira, *et al.*, 1994). Aunque por sus características pueda regarse por inundación, goteo o aspersión, el tipo de irrigación debe ser considerada de manera cuidadosa, para evitar la dispersión de algunos patógenos (Del Valle, 2015).

2.8. Condiciones climáticas y edáficas

El camote se adapta bien a muchos tipos de suelos, sin embargo, se obtienen mejores cosechas en suelos sueltos como los del tipo franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso (Melgar, 2018); además de crecer bien bajo diversas condiciones

ambientales y demandar pocos recursos agrícolas (Escobar, *et al.*, 2022), es un cultivo poco exigente en cuanto al pH llegando a comportar adecuadamente en un rango de 4 a 7, aunque el óptimo va de 5,5 a 6,5 (Del Valle, 2015).

Es un cultivo que produce bien durante todo el año, bajo las condiciones medioambientales de las regiones tropicales: bajas, húmedas y calientes (Montado, 1991). Se vuelve poco tolerante a las bajas temperaturas, por lo cual al menos necesita en promedio de cuatro a cinco meses sin presencia de heladas para lograr crecer y desarrollarse correctamente así como temperaturas medias de 24°C durante su ciclo (Del Valle, 2015).

Las condiciones idóneas para su cultivo son una temperatura media durante el periodo de crecimiento superior a los 21°C y un ambiente húmedo del (80 - 85%) (Rodríguez, *et al.*, 2023).

2.9. Análisis de suelos

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad al momento diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización, destaca por ser un método rápido y de bajo costo (Molina, 2007). Se trata de un procedimiento práctico y confiable para evaluar la fertilidad de los suelos, se lleva a cabo en un laboratorio con soluciones químicas extractoras, bajo protocolos bien definidos (Bertsch, 1987).

Sus dos objetivos esenciales son, por una parte, determinar si existen limitantes que impidan que el cultivo exprese todo su potencial de rendimiento y por otra conocer los niveles de disponibilidad de los nutrientes, para decidir si se agregan al suelo en la forma de fertilizantes, a qué dosis y con qué fuentes (Castellanos, 2013).

2.9.1. Importancia de los análisis de suelos

Es necesario evaluar las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo, ya que en conjunto son las responsables de su fertilidad (Osorio, 2011), por otra parte, el emplear dosis deficientes, o cantidades excesivas de fertilizantes químicos

conducen a grandes riesgos ambientales, bajas producciones y la pérdida de la fertilidad del suelo (Cuéllar, *et al.*, 2015).

2.10. Fertilizantes

Los fertilizantes son todo material de origen orgánico o inorgánico empleados en la agricultura cuya función principal es proporcionar elementos nutritivos a las plantas, estos elementos se caracterizan por mejorar el crecimiento de estas, (Navarro, 2014; Fink, 2012).

2.11. Soluciones madre

Las soluciones madre son disoluciones nutritivas concentradas de los fertilizantes que se inyectan en la red de riego en proporciones determinadas formando la disolución nutritiva de riego, a través de las que se incorporan a los cultivos los nutrientes necesarios (Sánchez, 2010).

2.12. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos son todos los materiales de origen vegetal o animal que son adicionados al suelo, con el fin de mejorar sus propiedades físicas y químicas aportando nutrientes para las plantas (Capa, 2015).

El emplear abonos orgánicos mejora la calidad de los suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos, así como suelos sobre explotados (Hernández, *et al.*, 2010). Representa una alternativa a la fertilización mineral, la cual ofrece ventajas en el rendimiento, debido a una mayor disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y carbono (C) orgánico (Da Silva, *et al.*, 2021), los cuales requieren de la acción microbiana para que las formas orgánicas de los nutrientes pasen a formas minerales que son las utilizadas en la síntesis de biomasa por las plantas (Hernández, *et al.*, 2010).

Gómez (2002), concluyó en su investigación, que la fertilización orgánica sobre la producción hortícola, aunque varía según el cultivo, en general permite obtener rendimientos iguales o ligeramente inferiores (0 - 4%) a los producidos con una producción convencional; sin embargo, en el caso del cultivo de camote no se

recomienda la aplicación de estiércoles o compostas, al tener estas grandes cantidades de nitrógeno (N), salvo que aunado a este se aplique potasio (K) para balancear los porcentajes de nutrientes, cuidando el antagonismo que existe entre estos dos elementos (Martí, *et al.*, 2018).

2.13. Fertilización orgánica y mineral

En ocasiones, el uso solamente de abonos orgánicos no es suficiente para suplir las necesidades nutricionales de las plantas en grandes extensiones de cultivo y hacerlo, requiere de cantidades muy elevadas de estos (Chaveli, 2019), por lo que los sistemas de producción agrícola intensiva dependen grandemente de la aplicación de fertilizantes químicos para mantener la producción (Peña, 2002).

La combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para los cultivos, esto por el aporte de nutrientes y la incidencia positiva sobre la actividad microbiana, las propiedades del suelo y la movilización de distintos elementos minerales (Arango, 2017; Chaveli, 2019).

2.14. Fertilización en el cultivo de camote

El cultivo de camote es poco exigente en cuanto a nutrientes (Renee, *et al.*, 2018), se caracteriza por su alta adaptabilidad, tolerancia a altas temperaturas, baja fertilidad del suelo y sequía (Montes, *et al.*, 2010).

Los macronutrientes y micronutrientes esenciales, que las plantas requieren para crecer y desarrollarse, deben estar en concentraciones adecuadas para lograr una nutrición balanceada, de lo contrario, el crecimiento y el rendimiento pueden reducirse significativamente (Rodríguez, 2016). También las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada son más tolerantes a las enfermedades al adquirir una mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes (Velasco, 1999).

La fertilización en el camote como en todos los cultivos debe de ser controlada de acuerdo a la demanda de la planta, esto permitirá mantener un nivel óptimo de la

concentración de los nutrimentos esenciales durante el ciclo del cultivo (Molina, 2019).

No se tiene nada definido respecto a las cantidades de fertilizante necesarias para su cultivo; esto en parte al tratarse de una planta rústica, (Atiencia, 2021). Sin embargo, es posible alcanzar buenas producciones en suelos de mediana fertilidad, sin embargo, al establecer variedades mejoradas se debe tener en cuenta que han sido seleccionadas para producir altos rendimientos bajo condiciones de alta fertilidad (Montaldo, 1991).

El nitrógeno (N) y el potasio (K) son elementos clave en la nutrición del camote (Martí, *et al.*, 2018). Por una parte, altas dosis de nitrógeno sin una adecuada disponibilidad de los demás nutrientes en especial del fósforo y potasio han provocado, en la mayoría de las variedades de camote un desarrollo excesivo del follaje, afectando la producción de raíces reservantes (Espinoza, *et al.*, 2015). Por otra parte, el potasio es vital para la fotosíntesis, síntesis de proteínas, azúcar, almidón, formación de carbohidratos, formación de frutos, translocación de azúcares a la raíz, mejora la calidad, resistencia a plagas y enfermedades, reduce la incidencia de nematos entre otros (González, 2009).

El nitrógeno es evidentemente el nutriente que más influye en el rendimiento de raíces y biomasa a este le sigue el potasio y luego el fosforo. Existe una correlación entre el crecimiento de la biomasa verde con el rendimiento de raíces, aunque los índices de cosecha sean menores (Cenoz, *et al.*, 2001).

2.15. Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas, son el resultado de reacciones orgánicas e inorgánicas concertadas, derivadas de varios procesos bióticos y abióticos, por efecto de la descomposición de los residuos vegetales, animales y de microbios, también se originan como producto de la actividad metabólica de los microorganismos que habitan en el suelo (Veobides, *et al.*, 2018).

Representan la fracción, donde es retenido en mayor parte el carbono de la materia orgánica del suelo, e intervienen en múltiples propiedades del sistema suelo-planta

(Guridi, 2017); son el principal y más importante constituyente de la materia orgánica representando más del 50% del total, estas influyen de forma directa e indirecta sobre la fertilidad del suelo (Janampa, 2019).

Se consideran efectos indirectos a aquellos que actúan sobre el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, además de efectos directos a los que actúan sobre la planta en diversos procesos fisiológicos y bioquímicos favoreciendo su crecimiento y la absorción de nutrientes (Vázquez, 2013); su clasificación está dada por su solubilidad en soluciones alcalinas y acidas, las sustancias húmicas se clasifican en sustancias húmicas y fúlvicas (Hernández, 2011).

2.15.1. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son la fracción de las sustancias húmicas, las cuales se caracterizan por ser solubles, solamente en medio alcalinos y tienden a ser insolubles en medios francamente ácidos (Veobides, *et al.*, 2018); estos compuestos poseen la capacidad de aumentar la retención de agua y la aireación del suelo, evitando su encostramiento (Félix *et al.*, 2008), en combinación con otros materiales, resulta en un aumento significativo en el crecimiento de la planta y rendimiento de los cultivos, (López, *et al.*, 2014).

2.16. Melaza

La melaza, es un subproducto orgánico resultante de la industrialización de la caña de azúcar, es rica en elementos que favorecen el desarrollo de una gran variedad de microorganismos; su composición llega a variar dependiendo del manejo a nivel de industria y agrícola (Agüero, 2009).

2.16.1. Composición de la melaza

La melaza se compone principalmente de agua, sacarosa, proteínas, calcio y cenizas naturales (Vega, 2008; Villagrán, 2020).

2.16.2. Usos en la agricultura

Como practica cultural, algunos agricultores recurren a la aplicación de melaza y urea, en forma foliar, cuando desean mitigar algunos síntomas de estrés en los cultivos, de igual forma esta, se ha utilizado como fertilizante en el cultivo del algodón (Arjona, 2004).

Es empleada para preparar a los cultivos para soportar nuevas fumigaciones una vez que han sido sometidos a tratamientos desmesurados de agroquímicos, así como fertilizaciones inapropiadas; de igual forma la melaza posee la capacidad de reforzar el suelo, mismo que es la base primordial de todo cultivo (Villagrán, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; se ubicó en el campo experimental situado en la parte posterior del edificio “La Gloria”, que se localiza geográficamente a 25° 21’ 09.33” Latitud Norte y 101° 01’ 54.74” Longitud Oeste; a 1,785 m sobre el nivel del mar (msnm).

3.2. Características del sitio experimental

3.2.1. Clima

El clima de la región se clasifica como seco, semicálido, con una temperatura media anual de 14 a 18°C y una precipitación media anual que va desde los 300 a los 400 mm; la dirección en que soplan los vientos predominantes con sentido noreste y registran una velocidad promedio de 22.5 km/h, con riesgo de heladas a partir del mes de noviembre y hasta febrero, con un rango de 2 a 3 días de granizo, y nevadas esporádicas, generalmente cada 2 o 3 años.

3.2.2. Suelo

Las características del suelo del sitio experimental se obtuvieron de una muestra de suelo compuesta de 15 submuestras, para una profundidad de 0 – 30 cm, empleando la metodología de “Zigzag”, con la ayuda de una pala con punta y una bolsa plástica. En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de fertilidad del suelo.

Cuadro 2. Análisis de fertilidad del suelo, realizado en el sitio experimental para llevar a cabo el experimento.

Determinación	Resultado
Textura	Franco – arcilloso
Densidad	1.09 g/cc
pH	8.52
CE	1 dS/m
Carbonatos	59.60%
C.C	25.50%
P.M.P	15.20%
MO	4.03%
Determinación	Resultado
P-Olsen	99.8 ppm
K	529 ppm
Ca	3718 ppm
Mg	309 ppm
Na	18.7 ppm
Fe	1.98 ppm
Zn	6.37 ppm
Mn	1.14 ppm
Cu	1.26 ppm
B	0.97 ppm
S	1.54 ppm
N- NO3	29.2 ppm

pH= Potencial de hidrogeno, CE= Conductividad eléctrica, C.C= Capacidad de campo PMP= Punto de marchitez permanente, MO= Materia orgánica

3.3. Material vegetal

El material vegetal con el que se trabajó, fueron esquejes uniformes de la planta de camote tipo morado de 30 cm de longitud, provenientes del estado de Morelos, México.

3.4. Preparación del terreno

Una vez determinado el sitio experimental para la investigación, se continuó con el acondicionamiento del terreno para el establecimiento del trabajo, eliminando malezas de forma manual empleando un azadón.

La preparación del suelo se inició con un paso de rastra dos semanas antes de la plantación, posteriormente se realizó el surcado, a siete días del establecimiento del

experimento, cinco días antes del trasplante de los esquejes, se llevó a cabo un riego pesado a punto de saturación del suelo, con el sistema de riego por goteo (cintilla).

3.5. Establecimiento de la parcela experimental

La superficie donde se llevó a cabo la investigación, fueron dos surcos de 40 cm de ancho en el lomo (meseta) con una longitud de 37 m de largo y un espacio entre calles de 75 cm, se consideró un espacio destinado para el efecto de bordo, con la finalidad de minimizar los factores externos, como corrientes de aire, ataque de plagas y enfermedades, que pudieran influir sobre el comportamiento de los tratamientos. Se establecieron 19 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, dando un total de 57 unidades experimentales, cada una con 1.2 m de surco, estableciendo 3 plantas por cada unidad experimental.

3.6. Plantación

Para el experimento se emplearon tallos de camote de 30 cm de largo, las cuales se establecieron en el mes de mayo del 2019, con ayuda de un talache cubriendo por completo el tallo de manera horizontal, sobre el lomo del surco cuidando dejar solamente un extremo del esqueje en la superficie, con una separación entre puntas de los tallos de 10 cm.

3.7. Sistema de riego y riegos aplicados

Se estableció un sistema de riego con tubería de PVC, con riego de agua proveniente de un pozo profundo, potable sin cloro, al que se le adaptó un sistema de cintilla con 30 cm de separación entre emisores para realizar los riegos. Se utilizaron 56 m de cintilla, se instaló en el centro de los surcos, con la finalidad de hacer más eficiente el uso del agua en el suelo. Posterior al establecimiento de las guías de camote los riegos se llevaron a cabo a diario con el objetivo de mantener un buen nivel de humedad en el suelo, propiciando y favoreciendo el enraizamiento, posteriormente (10 días después de la plantación) una vez que las guías comenzaron a desarrollar follaje nuevo, los riegos se hicieron una vez por semana, haciendo excepciones según las condiciones climáticas (presencia de lluvias); una

vez que los tallos cubrieron el surco por completo las plantas se regaron con una regularidad de 15 días de un riego a otro .

3.8. Fertilización

La fertilización se realizó de forma manual para asegurar que los tratamientos aplicados durante el experimento no llegaran a otras unidades experimentales; durante la aplicación del fertilizante se regó uniformemente sobre la parte media del surco.

3.9. Control fitosanitario

Para el control fitosanitario, se hicieron aplicaciones preventivas de cipermetrina a una dosis de 1.5 cc/L, realizándose 2 aplicaciones durante el periodo del cultivo, con la finalidad de evitar la reproducción e incremento de las plagas en el cultivo que pudieran llegar a afectar el desarrollo y crecimiento de las plantas.

3.10. Aplicaciones foliares

Durante el ciclo del cultivo se presentaron dos granizadas que afectaron severamente al cultivo, para mitigar las afectaciones del estrés, abiótico se realizó una aplicación de una mezcla de lixiviado de lombriz, melaza y elementos menores, para favorecer su rápida recuperación y reducir los efectos poco favorables del estrés en las plantas.

3.11. Control de malezas

Los deshierbes se hicieron de manera manual, solo en las primeras semanas de desarrollo, una vez que las plantas se extendieron por el surco y las calles ya no fue necesario realizar la actividad de deshierbe.

3.12. Cosecha

Para la determinación de la cosecha se utilizó como parámetro principal el agrietamiento del surco y la disminución del color oscuro en las hojas. La cosecha se realizó a los 188 días después del trasplante (DDT), para la extracción de las raíces reservantes se procedió a remover el suelo con la ayuda de un talache, posteriormente se desenterraron y extrajeron los camotes de manera manual, en

cada una de las unidades experimentales, para someter los camotes a la medición respectiva, de acuerdo a las variables definidas.

3.13. Preparación de las soluciones madre

Para la dosificación y manejo de la fertilización se utilizó la metodología de preparación de soluciones madre para la formulación se añadieron los fertilizantes en un volumen conocido de agua para cada uno de los fertilizantes a emplear.

Se tomó en cuenta el análisis de suelo para poder realizar los cálculos para la obtención de la cantidad de fertilizante que se iba a utilizar en cada tratamiento.

Se realizaron aplicaciones de los tratamientos 2 veces por semana a base de fertilizantes inorgánicos, humatos y melaza, cada tratamiento se diluyó para su aplicación en 3 L de agua, aplicando 1 L por repetición.

3.13.1. Preparación de la solución con humatos

Se empleó una fórmula comercial a base de leonardita (Tradehum) facilitados por la empresa Tradek S.A de C.V. de la cual se tomaron y se aplicaron a una dosis de 0.25 cc/L para la dosis más baja y 0.50 cc /L para la dosis más alta.

3.13.2. Preparación de la melaza

Esta se adquirió en una forrajera local; para su aplicación a las plantas, se realizó una disolución con agua potable empleando un litro de melaza en un contenedor de dos litros.

3.14. Diseño experimental

Para esta investigación se realizaron dos evaluaciones dando como resultado 2 análisis de varianza, y una comparación de medias en los tratamientos a los que se les aplicó melaza el trabajo fue establecido a campo abierto por lo que las condiciones ambientales eran variables, de acuerdo con las características del sitio experimental para analizar los resultados, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial A*B, Factor A (Influencia del tipo de nutrición), Factor B (Capacidad de extracción de fertilizante) para la primera evaluación en donde la

combinación de factores dio como resultado 8 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento dando así un total de 24 unidades experimentales.

Para la segunda evaluación también se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial A*B, Factor A (Capacidad de extracción), factor B (Dosis de humatos) dando como resultado 8 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento obteniendo así un total de 24 unidades experimentales más.

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) con el paquete estadístico SAS 9.0 (Statiscal Analysis Sistem, 2002), y para determinar los niveles de significancia, se realizó con las pruebas de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.15. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + r_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor del efecto de la media general, μ = Media de tratamientos, α_i = Efecto de la i-esima del factor A (Influencia del tipo de nutrición), β_j = Efecto de la j-esima del factor B (Capacidad de extracción de fertilizante), $\alpha\beta_{ij}$ = Interacción entre el factor A y el factor B, r_k = Efecto de repeticiones, ε_{ijk} = Error entre niveles de factores y repeticiones

3.16. Descripción de tratamientos

Factor A (Influencia del tipo de nutrición)

A1=Con Influencia Vegetativa

A2= Con Influencia Reproductiva

Factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes)

B1= Fórmula de fertilizante a una concentración de 250 kg de fertilizantes/Ha/año

B2= Fórmula de fertilizante a una concentración de 500 kg de fertilizantes/Ha/año

B3= Fórmula de fertilizante a una concentración de 1,000 kg de fertilizantes/Ha/año

B4= Fórmula de fertilizante a una concentración de 1,500 kg de fertilizantes/Ha/año

Cuadro 3. Descripción de tratamientos aplicados al cultivo de camote.

Tratamientos	Combinación de Factores	Descripción
1	A ₁ B ₁	Fórmula con influencia vegetativa y una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año.
2	A ₁ B ₂	Fórmula con influencia vegetativa y una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año.
3	A ₁ B ₃	Fórmula con influencia vegetativa y una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante/Ha/año.
4	A ₂ B ₄	Fórmula con influencia vegetativa y una capacidad de extracción de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año.
5	A ₂ B ₁	Fórmula con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año
6	A ₂ B ₂	Fórmula con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año
7	A ₂ B ₃	Fórmula con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante/Ha/año.
8	A ₂ B ₄	Fórmula con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año.

3.17. Descripción de tratamientos del segundo experimento

Factor A (Capacidad de extracción)

A1= Fórmula de fertilizante a una concentración de 250 kg de fertilizantes/Ha/año

A2= Fórmula de fertilizante a una concentración de 500 kg de fertilizantes/Ha/año

A3= Fórmula de fertilizante a una concentración de 1,000 kg de fertilizantes/Ha/año

A4= Fórmula de fertilizante a una concentración de 1,500 kg de fertilizantes/Ha/año

Factor B (Dosis de humatos)

B0= Sin humatos

B1= 0.25 cc/L

B2= 0.50 cc/L

Cuadro 4. Descripción de tratamientos aplicados en el cultivo de camote.

Tratamientos	Combinación de Factores	Descripción
1	A ₁ B ₀	Aplicación de 250 kg de fertilizantes/Ha/año, sin manejo de humatos
2	A ₁ B ₁	Aplicación de 250 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.25 cc / L de humatos
3	A ₁ B ₂	Aplicación de 250 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.50 cc /L de humatos
4	A ₂ B ₀	Aplicación de 500 kg de fertilizantes/Ha/año, sin manejo de humatos
5	A ₂ B ₁	Aplicación de 500 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.25 cc/ L de humatos
6	A ₂ B ₂	Aplicación de 500 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.50 cc/L de humatos
7	A ₃ B ₀	Aplicación de 1,000 kg de fertilizantes/Ha/año, sin manejo de humatos
8	A ₃ B ₁	Aplicación de 1,000 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.25 cc/ L de humatos
9	A ₃ B ₂	Aplicación de 1,000 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.50 cc/L de humatos
10	A ₄ B ₀	Aplicación de 1,500 kg de fertilizantes/Ha/año, sin manejo de humatos
11	A ₄ B ₁	Aplicación de 1,500 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.25 cc/L de humatos
12	A ₄ B ₂	Aplicación de 1,500 kg de fertilizantes/Ha/año más 0.50 cc/L de humatos

3.18. Variables evaluadas y forma de medición

Se evaluaron las siguientes variables:

Número de raíces reservantes totales (NRRT)

Para esta variable se realizó el conteo total de raíces tuberosas por unidad experimental, no se llevó a cabo una clasificación por tamaños, se hizo un conteo total, el dato se reportó en número de raíces totales.

Peso fresco (PF)

Para realizar la evaluación de esta variable se tomaron 10 camotes al azar de cada unidad experimental, para la medición se utilizó una báscula digital y se registraron los datos en gramos, manejando un valor medio.

Longitud de la lámina foliar (LLF)

Para la evaluación de esta variable se tomaron 10 hojas al azar por unidad experimental, se midió la longitud de la lámina foliar desde la base hasta el ápice con la ayuda de un flexómetro; los datos se registraron en cm y se sometió a evaluación la media.

Diámetro de tallos (DT)

Esta variable se evaluó una semana antes de la cosecha, las mediciones fueron realizadas con un vernier electrónico al ras del tallo principal de la planta, se midieron un total de 10 tallos por unidad experimental, la información se registró en milímetros (mm) y el dato sometido a evaluación fue una media.

Diámetro ecuatorial (DE)

Para evaluar el diámetro ecuatorial, se tomaron 10 raíces reservantes (camote) al azar de cada unidad experimental, por la desuniformidad de las raíces tuberosas, se tomaron 3 lecturas con un vernier electrónico, una cerca del extremo proximal, en el centro y otra cerca del extremo distal, se obtuvo un promedio y se registró la información en centímetros (cm).

Diámetro polar (DP)

Para realizar la evaluación de esta variable, se tomaron 10 raíces tuberosas al azar de cada unidad experimental, con la ayuda de un flexómetro se midió de polo a polo cada una de las raíces tuberosas, los datos obtenidos se registraron en centímetros (cm).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de raíces reservantes totales (NRRT)

Es una variable importante debido a que está directamente relacionada con la producción, por lo que está considerada dentro de lo que son los componentes de rendimiento. Con la intención de conocer el rendimiento total de las plantas y la posible influencia de los diferentes tratamientos sobre estas, para esta variable se contabilizaron todas las raíces engrosadas comerciales y no comerciales (< 50 g).

Al analizar los resultados obtenidos, se encontró una diferencia no significativa para el factor A (Influencia del tipo de nutrición), por lo que para este caso de estudio es lo mismo manejar una nutrición con influencia vegetativa (mayor concentración de nitrógeno) que una fórmula con influencia reproductiva.

Sin embargo, al hacer un análisis comparativo de los dos tipos de fertilización empleados, se encontró que al utilizar una fertilización con influencia vegetativa está supera en tan solo en un 6.59% a la fertilización con influencia reproductiva.

Al analizar la capacidad de extracción de fertilizantes (factor B), se encontró, que el número de camotes, incrementa de acuerdo a la capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas. La producción de camotes, se aumentó paulatinamente, conforme se incrementó la capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas, siendo el incremento para esta variable de 37.15% para una capacidad de extracción de 250 kg de Fertilizante/Ha/año, hasta una capacidad de extracción (CE) de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año. Al comparar el incremento gradual en el número de camotes, este fue el siguiente, de 17.92% cuando la capacidad de extracción se incrementó de 250 kg de fertilizante/Ha/año a 500 kg de fertilizante/Ha/año y de 7.63%, cuando la capacidad de extracción, se incrementó de 500 kg de fertilizante/Ha/año a 1,000 kg de fertilizante/Ha/año y de 8.06% cuando

el incremento en la capacidad de extracción, se aumentó de 1,000 a 1,500 kg de fertilizante/Ha/año, con un incremento medio de 11.2%.

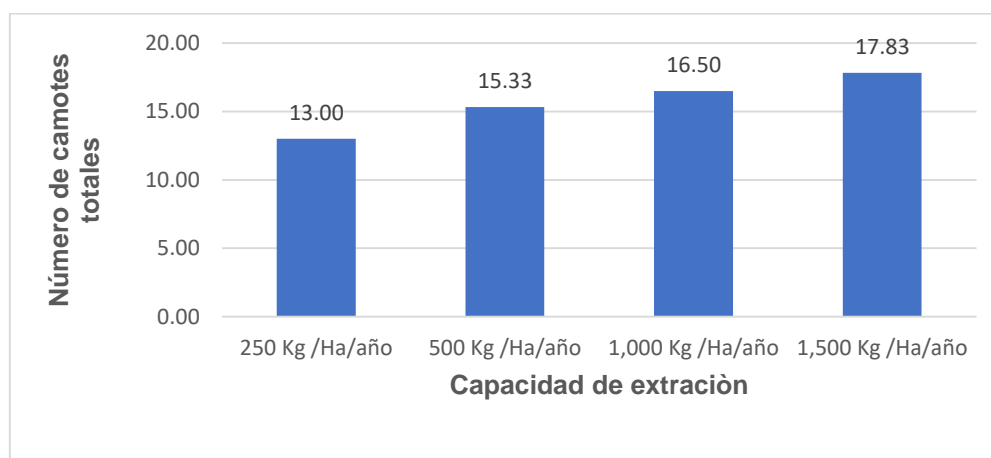


Figura 1. Respuesta del cultivo de camote al factor B (Capacidad de extracción) para la variable número de raíces reservantes totales (NRRT).

En general se observa un incremento en el número de camotes conforme se incrementa la capacidad de extracción por las plantas, si bien, comercialmente se busca obtener el mayor número de camotes también es importante considerar que el número de camotes o “frutos” (si se habla de otros organos de reserva) “está estrechamente relacionado con el tamaño, ya que, a menor número de organos de reserva, mayor será la cantidad de foto-asimilados destinados al fruto, causando un incremento en el tamaño (Antonio, 2022).

Haciendo un comparativo general entre el tipo de influencia en la fertilización y la capacidad de extracción de fertilizante, el valor más bajo se ubica en el tratamiento donde se utilizó una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año y una fertilización con influencia vegetativa y el valor más alto cuando se utilizó una capacidad de extracción de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año con una fórmula vegetativa, como se puede observar en la figura 2.

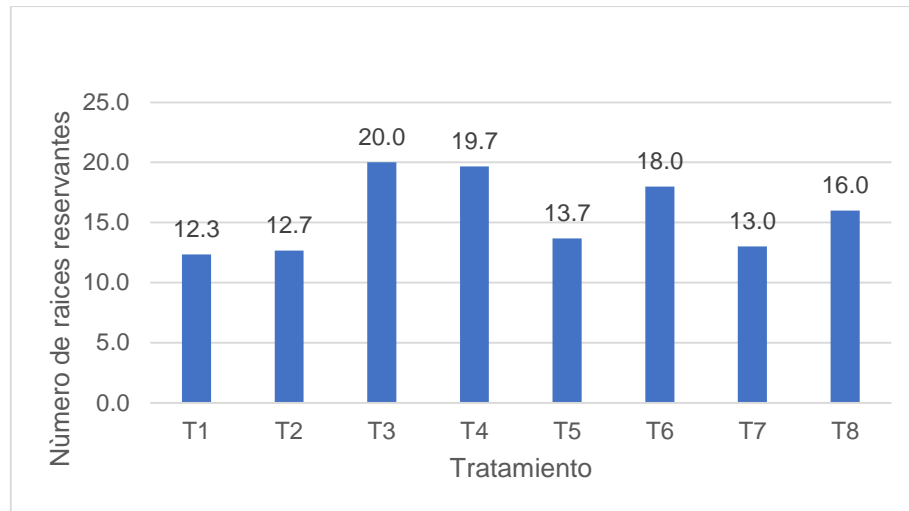


Figura 2. Respuesta del camote a la interacción del factor A (influencia del tipo de solución nutritiva) y factor B (Capacidad de extracción), para la variable número de raíces reservantes totales (NRRT).

Desde el punto de vista económico con respecto a esta variable es mejor manejar una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año, que una capacidad de extracción de 500 kg de fertilizante/Ha/año, que reportan resultados semejantes, mientras que, cuando se utilizó una fertilización con influencia reproductiva y una capacidad de extracción de 250 kg de fertilizante/Ha/año, los resultados encontrados, se reportan también como aceptables, teniendo en cuenta que a menor número de camotes por planta mayor tamaño (ver figura 2).

Cuando se hizo la comparativa del uso de humatos, no se encontró una respuesta estadística significativa, por lo que los resultados se consideran estadísticamente iguales, los mejores resultados se obtuvieron, cuando no se utilizaron los humatos y la melaza durante el proceso de cultivo (ver figura 3), es probable que esta respuesta se deba a que los fertilizantes fueron aplicados en cantidades suficientes, lo que favoreció una respuesta satisfactoria, o bien que los humatos no muestran una influencia significativa en aquellas especies que presentan órganos de reserva.

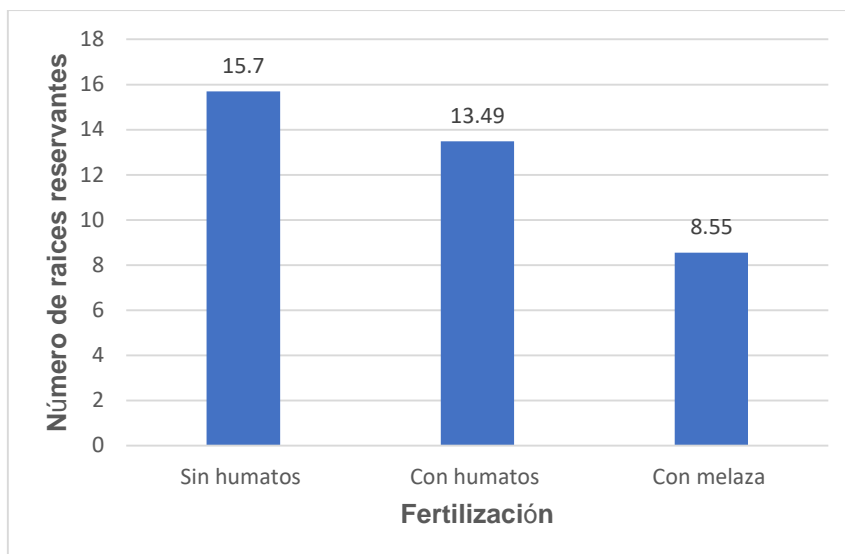


Figura 3. Valores de las medias para los tratamientos cuando se emplearon humatos y melaza, para la variable número de raíces reservantes (NRRT)

La influencia favorable de los humatos se minimiza cuando la aplicación de fertilizantes se realiza en suficiencia y se reduce la respuesta, por la actividad potencializadora de estos.

4.2. Diámetro polar (DP)

Es una variable agronómica de interés para el mercado, al estar directamente relacionada con la calidad de los camotes, influyendo directamente en su valor de venta. Al analizar los resultados obtenidos, se encontró una diferencia no significativa para el factor A (Influencia del tipo de nutrición), por lo que se considera que todas las dosis utilizadas son estadísticamente iguales en su respuesta, lo que para este caso de estudio es lo mismo utilizar una fórmula vegetativa que una fórmula con influencia reproductiva; al hacer un análisis comparativo de los dos tipos de fertilización manejadas, se encontró una diferencia mínima del 2.29% entre la fertilización con influencia vegetativa y la fertilización con influencia reproductiva.

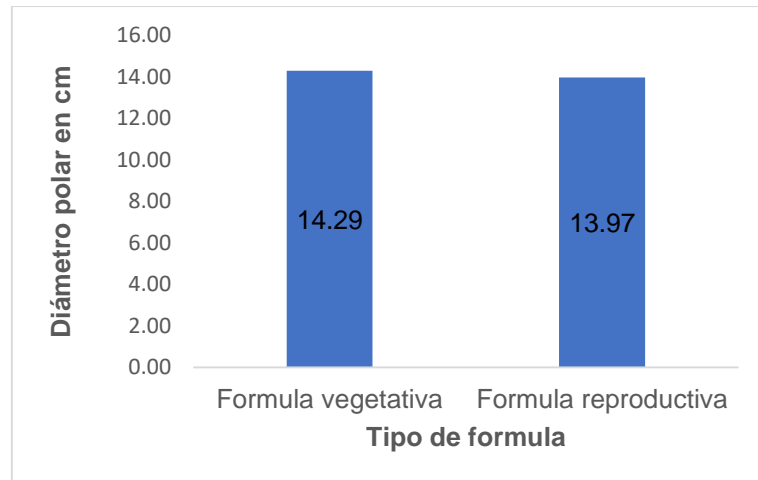


Figura 4. Respuesta del camote al factor A (Influencia del tipo de nutrición) para la variable diámetro polar (DP).

Por la similitud de los resultados obtenidos entre ambas fórmulas para esta variable puede inferirse que los diámetros polares de los camotes se encuentran influenciados por otros factores tales como la densidad de siembra, la cual, para este experimento fue la misma en todos los tratamientos (10 cm aproximadamente entre puntas de las guías) lo que para este cultivo pudiera considerarse una densidad alta.

Molina (2019), menciona que aumentar la densidad de población influye significativamente en el crecimiento de la raíz repercutiendo en el engrosamiento así como en la elongación de la raíz, por este motivo pudiera entenderse el porqué de esta respuesta por parte de los tratamientos, sin embargo, la densidad no fue un factor de estudio en este trabajo de investigación.

Lo que puede indicarnos que en ambas fórmulas de fertilización la dosis de nitrógeno se encontró dentro de los rangos óptimos, y no se llegó a un exceso respecto al nitrógeno como menciona Molina (2019), en su investigación sobre la aplicación de nitrógeno, en la cual las dosis más altas de nitrógeno produjeron un crecimiento exuberante de la parte aérea de la planta reduciendo el tamaño de las raíces reservantes.

Una posibilidad más es que las plantas fueron favorecidas por las características fisicoquímicas con las que cuenta el suelo donde se llevó a cabo este experimento

(ver cuadro 2) mismas que permitieron que elementos como el fósforo y el potasio estuvieran disponibles para las plantas, permitiendo un equilibrio nutricional en la planta, sobre todo el balance de elementos especialmente el nitrógeno y el potasio.

Al analizar la capacidad de extracción de fertilizante sobre esta variable, se encontró que el diámetro polar de las raíces reservantes se mantiene estable conforme la capacidad de extracción por las plantas aumenta, a excepción de la fertilización de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año en donde se observa un incremento del 17.07% en comparación con la dosis más baja de 250 kg de fertilizante/Ha/año, esta información coincide con la reportada por Culqui (2019), quien evaluó el comportamiento de 3 cultivares de camote, obteniendo que para la interacción clon por fertilización sobre el rendimiento total de raíces reservantes (t/ Ha) uno de estos clones respondió de manera directa y positiva por la dosis de fertilización, ya que al incrementarse la dosis de fertilización también aumentó el rendimiento .

Por esta constante es probable que si se aplicara una dosis de 2,000 kg de fertilizante/Ha/año, el crecimiento de los camotes continúe siendo positivo o en su defecto estos decrezcan por la alta cantidad de sales que se pueden en el suelo. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa, por lo que estadísticamente es lo mismo aplicar una fertilización de 250, 500, 1,000 y 1,500 kg de fertilizante/Ha/año, siendo, determinante la definición, el aspecto económico en la producción.

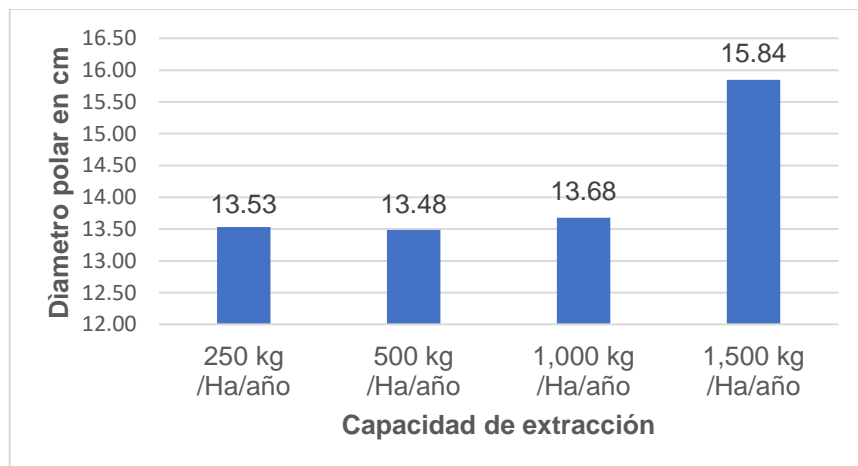


Figura 5. Respuesta del camote al factor B (Capacidad de extracción) para la variable diámetro polar (DP).

Al analizar la interacción del factor A (Influencia del tipo de nutrición) con el factor B (Capacidad de extracción), tampoco se encontró una diferencia estadística significativa por lo que se deduce que, los factores son independientes y no está relacionado su comportamiento entre sí.

De manera general el valor más bajo se obtuvo con el tratamiento donde se aplicó una dosis de 250 kg de fertilizante/Ha/año y una fórmula reproductiva con una media de 12.97 cm y el valor más alto cuando se aplicó una capacidad de extracción de 1,500 kg de fertilizante/Ha/año con una fórmula reproductiva con una media de 16.03 cm.

Respecto al uso de los humatos, para esta variable el diámetro polar no fue estadísticamente diferente a cuando no se emplearon, numéricamente se obtuvo un ligero incremento tan solo del 1.4%, esto pudo deberse a que el efecto potencializador de los humatos favoreció al desarrollo de otras estructuras de la planta, pero no tiene efecto directo sobre esta variable.

Las raíces reservantes de las plantas que fueron sometidas a la melaza y fertilizantes, presentaron una disminución de su diámetro polar en comparación a las que solo recibieron una fertilización química del 4.35%, por lo que para esta variable resultó contra productivo al inducirles a las plantas un estrés severo, lo que dio como resultado malos resultados en el engrosamiento de los camotes.

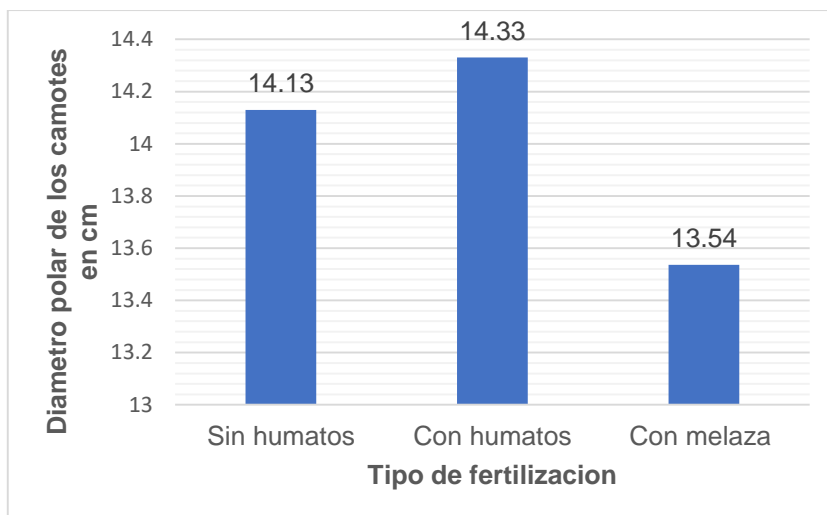


Figura 6. Medias de los tratamientos con humatos y melaza para la variable diámetro polar (DP).

4.3. Peso fresco (PF)

Como en muchos otros productos hortícolas el peso fresco de las raíces reservantes, es el principal indicador de rendimiento, calidad y precio de venta en el mercado nacional, por lo que un productor siempre va a priorizar producir camotes de un buen peso sobre otras características agronómicas al momento de su comercialización, por lo cual, se convierte en una pauta muy importante.

Al analizar los datos obtenidos, se encontró una diferencia no significativa para el factor A (Influencia del tipo de solución nutritiva), por lo que para este caso de estudio es lo mismo manejar una nutrición con influencia vegetativa (formula con mayor concentración de nitrógeno) que una formula con influencia reproductiva (menor porcentaje de nitrógeno en su formulación), esto coincide con Giletto, *et al.*, (2013), quienes en su investigación evaluaron el efecto de la fertilización con nitrógeno y su influencia sobre la calidad de tubérculos de papa, en la cual concluyó que parámetros como la materia seca, solidos solubles y peso específico de los tubérculos no variaron por efecto del momento de aplicación ni dosis de nitrógeno.

esto puede deberse a que el peso de los camotes se encuentra influenciado en gran medida por otros factores como lo son la edad de las guías, así como los segmentos de los tallos que se emplearon para dar origen a las nuevas plantas (segmento

apical , pre apical, tercer segmento , etc.) tal y como mencionan Espitia *et al.*, (2020) los cuales reportaron diferencias significativas para estas dos variables, encontrando que los tallos que fueron cortados a los 60 DDS produjeron en promedio 8,224 kg/Ha más que aquellos que se cortaron a los 120 DDS, una diferencia del 44.02%; respecto a los segmentos de tallo los mejores resultaron ser aquellos en los que se conservó la yema apical comportándose estadísticamente diferente a comparación de los tratamientos donde se utilizó solamente el 3 y 4 segmento del tallo, al reducir el rendimiento de raíces reservantes hasta en un 43.98%, aunque estos son aspectos que no forman parte de este estudio.

Al hacer un análisis comparativo de los dos tipos de fertilización empleadas, se encontró que, a pesar de ser camotes relativamente poco pesados, con ambas fórmulas de fertilización, es posible alcanzar pesos aceptables para la categoría de primera en el mercado nacional según información recopilada por Molina (2019), en su investigación al sobre pasar en promedio los 200 g.

El utilizar una fertilización con influencia reproductiva, supera en tan solo un 2.05% a la fertilización con influencia vegetativa por lo cual, numéricamente la diferencia es mínima.

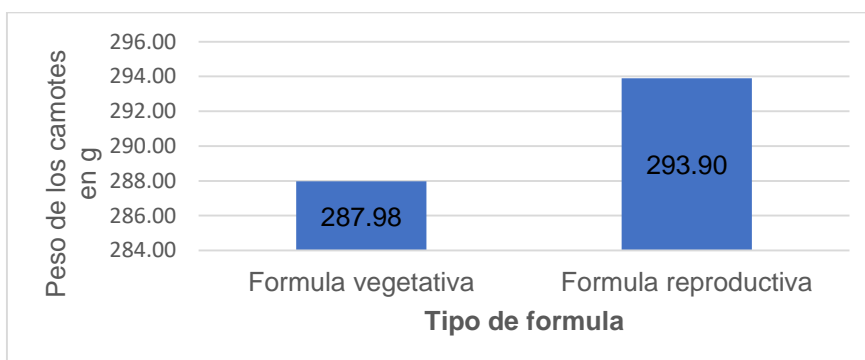


Figura 7. Respuesta del camote al factor A (Tipo de solución nutritiva) para la variable peso fresco (PF).

Para el factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes) no se obtuvo una diferencia estadística significativa, lo que significa que independientemente de la capacidad de extracción utilizada estas son estadísticamente similares entre sí, al analizar numéricamente los datos se encontró que, el peso de los camotes fue

decreciendo paulatinamente conforme se aumentó la dosis de fertilización; un 37.30% cuando se incrementó la cantidad de fertilizante de 250 kg de fertilizante/Ha/año a 500 kg de fertilizante/Ha/año, y 15.49% cuando se cambió de 500 a 1,000 kg de fertilizante/Ha/año, sin embargo, cuando se utilizó una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante por Ha/año a 1,500 kg de fertilizante/Ha/año, el peso de las raíces reservantes aumento un 10.21% en comparación con la capacidad de extracción más baja de 250 kg de fertilizante/Ha/año.

Por lo que podemos decir, que resulta contra productivo aplicar una dosis media o alta, cuando las características del suelo son nutricionalmente aceptables. Haciendo un comparativo general entre el tipo de influencia en la fertilización y la capacidad de extracción de fertilizante, los mayores pesos de raíces reservantes se obtuvieron cuando se aplicó una fórmula vegetativa y una capacidad de extracción de fertilizante de 250 kg de fertilizante/Ha/año con una media de 356 g, mientras que el valor más bajo se ubica en el tratamiento donde se utilizó una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante/Ha/año y una fertilización con influencia vegetativa con una media de 220.57 g, esto evidencia que es posible alcanzar pesos comercializables de raíces reservantes, aplicando dosis bajas de fertilizantes siempre y cuando las características del suelo sean aceptables y sus características fisicoquímicas no limiten la disponibilidad de los elementos contenidos en él.

Cuando se utilizaron los humatos en el proceso de nutrición peso de los camotes numéricamente se incrementó en un 14.63%, esto pudo deberse a la acción quelatante de los humatos en el suelo, favoreciendo en consecuencia la absorción de los elementos minerales por parte de las plantas mejorando el desarrollo de las raíces reservantes.

Las plantas sometidas a la aplicación de melaza, numéricamente disminuyeron su peso en un 19.75% en comparación con las plantas a las cuales solo se les aplico fertilizante sin humatos.

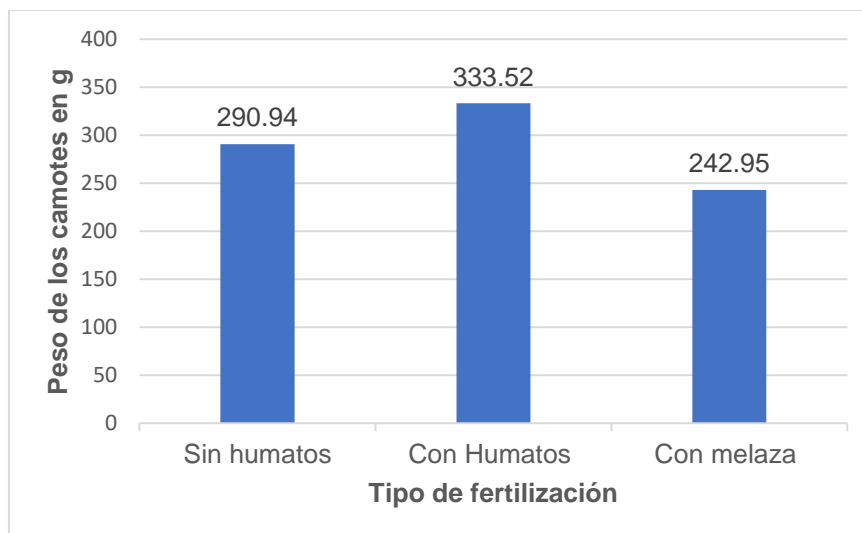


Figura 8. Medias de los tratamientos donde se aplicaron, humatos, melaza y fertilización química, para la variable peso fresco (PF).

4.4. Diámetro ecuatorial (DE)

Este es una característica de importancia al estar asociada a la calidad, ya que raíces reservantes delgadas son rechazadas o mal pagadas por los compradores a nivel nacional, en cambio se buscan camotes con un diámetro ecuatorial ancho y lo más homogéneo posible.

Al analizar los datos obtenidos, se encontró una diferencia no significativa para el factor A (Tipo de solución nutritiva), por lo que se considera lo mismo emplear una fertilización con influencia vegetativa que una con influencia reproductiva.

Al hacer una comparación porcentual de los resultados se encontró que la fertilización vegetativa superó en tan solo un 2.9% a la fertilización con influencia reproductiva con una media de 4.50 cm.

Aunque para el mercado nacional, se buscan camotes de chicos a medianos, evitando camotes excedidos en volumen, es una característica no deseada para su consumo en fresco, Montaldo (1999), menciona que camotes con gigantismo su mercado se reduce a los comerciantes que buscan industrializarlo y al consumo animal.

Respecto al factor B (Capacidad de extracción) no se encontró diferencia estadística significativa, por lo que todas las dosis de fertilizante tuvieron el mismo efecto sobre el diámetro ecuatorial de las raíces reservantes.

Numéricamente el valor más alto se obtuvo cuando se aplicaron 250 kg de fertilizante/Ha/año reportando una media de 4.88 cm, se observa que conforme se aumentó la cantidad de fertilizante el diámetro ecuatorial de las raíces reservantes

En cuanto al uso de humatos y melaza para esta variable, estos no representaron una diferencia significativa.

4.5. Longitud de la lámina foliar (LLF)

La longitud de la hoja es una variable importante a considerar, al tratarse de raíces reservantes como lo son los camotes, ya que esta variable está relacionada con la tasa fotosintética, se entiende que entre mayor sea la lámina foliar, mayor será el contenido de clorofila y la cantidad de foto asimilados.

Al analizar los datos obtenidos se encontró una diferencia no significativa para el factor A (Tipo de solución nutritiva) por lo cual se considera que todas las dosis utilizadas son similares entre sí, al hacer un análisis comparativo de los tipos de fertilización empleados se encontró que la fertilización con influencia reproductiva supera en tan solo un 0.75% a la fertilización con influencia vegetativa, esto pudo deberse a que con ambas fórmulas de fertilización, las plantas tuvieron a su disposición los insumos necesarios para el buen desarrollo de sus hojas.

Respecto al factor B (Capacidad de extracción) se obtuvo una respuesta no significativa para los diferentes niveles de fertilización empleados en el experimento. Numéricamente las plantas con las hojas más cortas corresponden a los tratamientos donde se aplicó una dosis de 250 kg de fertilizante/Ha/año con una media de 9.23 cm, y las más grandes cuando se aplicó una dosis de 500 kg de fertilizante /Ha/año con una media de 9.50 cm, cuando se aumentó la dosis a 1,000 kg de fertilizante/Ha/año el tamaño de la hoja disminuyó ligeramente un 1.8 % respecto a la media más alta.

Desde el punto de vista económico es preferible aplicar una dosis de 250 kg de fertilizante/Ha/año, al obtener con esta hojas de tamaño semejante a las demás dosis aplicadas.

Para la interacción de los factores A (Influencia del tipo de fórmula), con el factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), tampoco se encontró respuesta estadística significativa lo que indica un comportamiento independiente entre los factores, aunque numéricamente el mayor largo de hoja se obtuvo cuando se aplicó una fórmula vegetativa y una capacidad de extracción de fertilizante de 500 kg de fertilizante/Ha/año y el más corto cuando se aplicó una fórmula reproductiva y una capacidad de extracción de 1,000 kg de fertilizante/Ha/año.

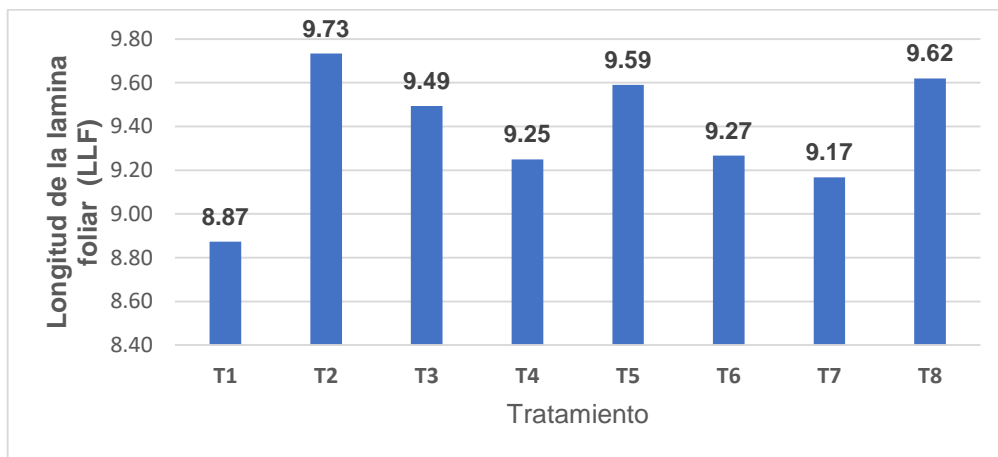


Figura 9. Respuesta del camote a la interacción del factor A (Tipo de solución nutritiva) y factor B (Capacidad de extracción), para la variable longitud de la lámina foliar (LLF).

Cuando se sometió la planta a la melaza el largo de la lámina foliar numéricamente disminuyó en comparación a las que solo se les aplicó fertilizante.

El uso de los humatos no favoreció el incremento del largo de las hojas, al quedar por debajo de los tratamientos los cuales solo recibieron una fertilización mineral.

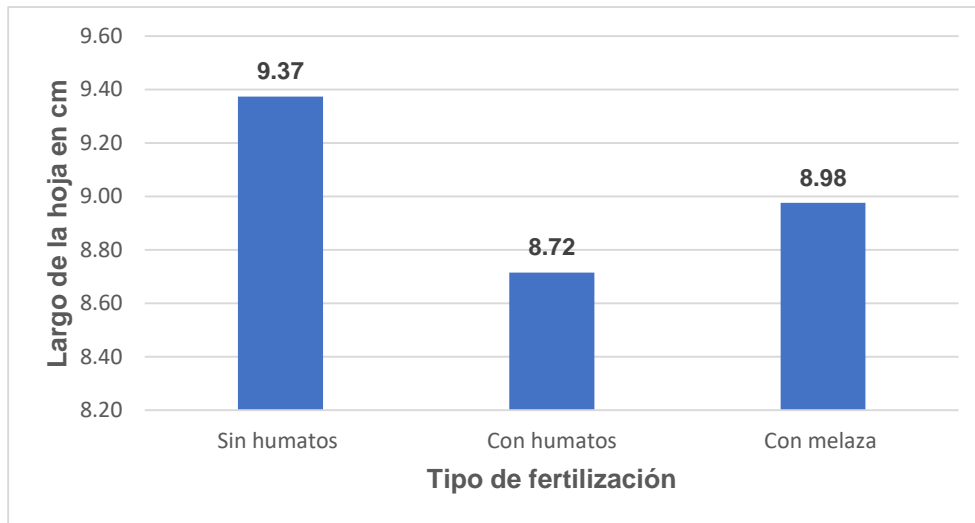


Figura 10. Medias de los tratamientos con humatos y melaza para la variable longitud de la lámina foliar (LLF)

4.6. Diámetro de tallo

Es una variable importante, debido a que está relacionada con la acumulación de reservas en la planta y adquiere una mayor importancia cuando los brotes van a ser propagados con la finalidad de producir raíces reservantes; comercialmente el cultivo de camote es propagado a través de los tallos de manera vegetativa, a pesar de poseer semilla botánica.

Si bien, toda la parte aérea tiene la capacidad de dar origen a una planta nueva, las guías que conservan la parte apical y pre apical resultan ser las mejores (Espitia, *et al.*, 2021).

Se prefieren en la práctica, la producción de tallos gruesos sobre tallos delgados, debido a que, al contener una mayor cantidad de reservas, estas logran desarrollarse más rápido y de una mejor manera una vez que son establecidas en campo.

Al analizar la información, se encontró una diferencia estadística significativa entre tratamientos, lo que indica que son estadísticamente diferentes entre ellos. esta diferencia estuvo influenciada principalmente por el factor A (Influencia del tipo de nutrición).

Con la finalidad de hacer un análisis de la información, se realizó una comparativa porcentual y se encontró para el factor A (Influencia del tipo de nutrición), que la fertilización con influencia reproductiva supera en un 7.4% a la fertilización con influencia vegetativa. Lo que indica que las guías obtenidas mediante la fertilización con influencia reproductiva, permitirán la producción de guías, que favorecerán la producción de camotes de mejor calidad, debido a que contienen estas, una mayor cantidad de reservas, que se traducirán en un mejor rendimiento y que si se continúa manejando este esquema de nutrición, se producirán guías de buena calidad, para la producción de camotes.

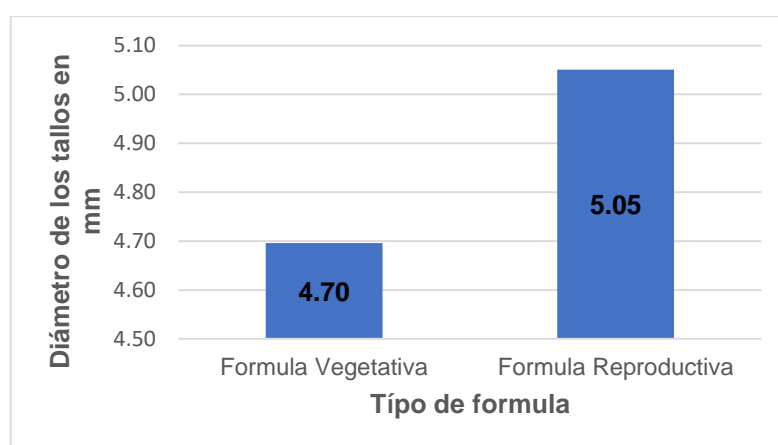


Figura 11. Respuesta del camote al factor A (Influencia del tipo de formula) para la variable diámetro de tallo (DT).

Con respecto al factor B (Capacidad de extracción) no se encontró una diferencia estadística significativa, debido quizá a que las diferencias obtenidas fueron mínimas (fracciones), haciendo una comparativa porcentual de los resultados obtenidos, de manera general es posible observar que el cultivo de camote no requiere de grandes cantidades de fertilizante para obtener guías de buen grosor, reportando una similitud en los grosores de tallo ante los distintos niveles de fertilización aplicados.

Respecto a la interacción de factores, estadísticamente no existe diferencia significativa por lo que se concluye que los factores son independientes y no existe ninguna relación entre ellos.

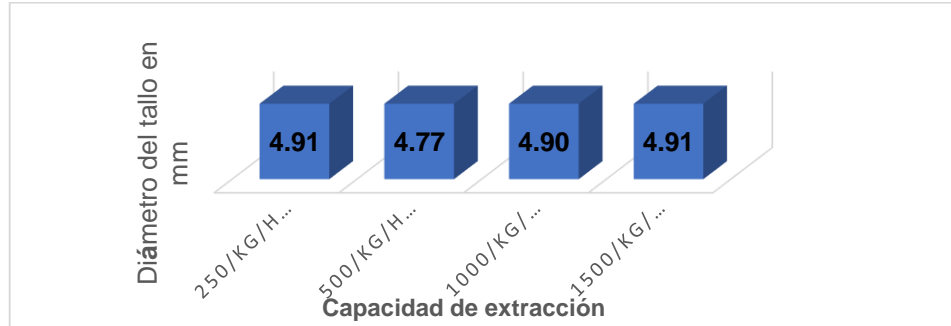


Figura 12. Respuesta del camote al factor B (Capacidad de extracción) para la variable diámetro del tallo (DT).

Respecto al uso de melaza y humatos no se obtuvo una diferencia estadística significativa, sin embargo, numéricamente los tratamientos con humatos y melaza presentaron un incremento en el diámetro del tallo en comparación con la que solo recibió una fertilización química, numéricamente la que recibió una fertilización con humatos incremento tan solo un 3.4% mientras que la fertilización con melaza tan solo un 2.66%.

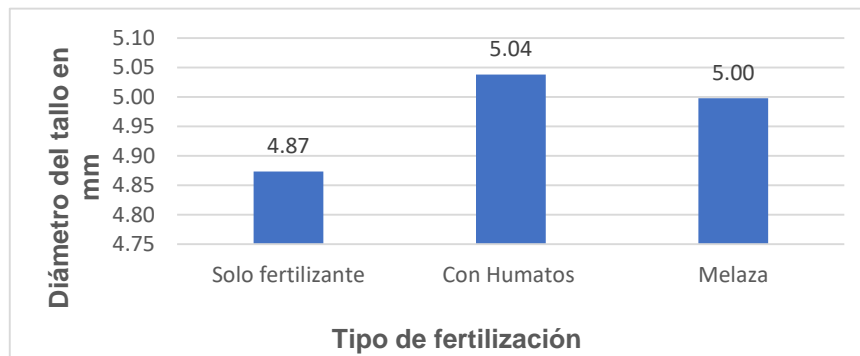


Figura 13. Medias de los tratamientos con solo fertilizante, humatos y melaza para la variable diámetro de tallo (DT).

V. CONCLUSIONES

Con base en la información obtenida en la presente investigación, se concluye que:

- La fórmula de fertilización que ofrece los mejores resultados es la que tiene una influencia vegetativa.
- Los mejores resultados para la mayoría de las variables, se obtuvieron en la capacidad de extracción de fertilizantes de 250 kg de fertilizante /Ha/año.
- El uso de humatos, no reporta resultados sobresalientes, cuando se aplican fórmulas de fertilización en suficiencia.
- La respuesta a la aplicación de melaza, durante el proceso de producción, es limitada y en parte se puede deber a que se trata de una especie con raíces reservantes.

VI. SUGERENCIAS

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se plantean las siguientes sugerencias:

El mejor tipo de fertilización fue la fertilización con influencia vegetativa, se sugiere emplear dosis moderadas de nitrógeno que favorezcan el desarrollo de la planta sin llegar a un exceso que perjudique el desarrollo de las raíces reservantes.

Respecto a la capacidad de extracción con una dosis baja de fertilizante es suficiente para producir camotes de buena calidad comercial, si las condiciones del suelo son aceptables y no se presentan problemas de salinidad que impidan la absorción de los elementos minerales.

Respecto al uso de melaza para este cultivo no se recomienda ninguna de las dosis empleadas en esta investigación al manifestar una respuesta contraproducente e cuanto al rendimiento de las plantas, es posible que las plantas de camote respondan mejor ante una dosis más baja de melaza.

Respecto al uso de los humatos ninguna de las dosis empleadas en este trabajo, mejoró las características de los camotes, sin embargo, se sugiere su uso para mejorar gradualmente las características físico-químicas del suelo, sobre todo cuando los suelos son propios y no rentados.

VII. LITERATURA CITADA

- Antonio, H.A. (2022). Fisiología y rendimiento de tomate cultivado bajo un sistema hidropónico NFT en carrete bajo condiciones de invernadero. (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). p 47.
- Agüero, A.C. (2009). Producción de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*, *Bacillus* y *Pseudomonas*); en medio líquido a base de melaza, para su aplicación en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Azucarera El Viejo, Guanacaste, Costa Rica. (Informe de trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología). pp 6-7.
- Álvarez, E. J. (2016). Extracción de antocianinas y actividad antioxidante del (*Ipomoea batatas* L. Lam) camote morado. (Tesis de grado. Universidad Alas Peruanas. Lima Perú). p 13.
- Arango, M.J. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos (Tesis de Grado, Corporación Universitaria Lasallista). pp 14-15.
- Arizio, C. M. (2004). Caracterización molecular de germoplasma de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) mediante microsatélites (Tesis de licenciatura, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales). p 1.
- Arjona, H., Herrera, J. E., Gómez, J. A., & Ospina, J. (2004). Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. Grupo cepa) híbrido yellow granex, en condiciones de la Sabana de Bogotá. *Revista Agronomía Colombiana*, 22(2), 177-184.
- Atiencia, J.D. (2021). Análisis de la influencia de las fases lunares sobre el desarrollo y crecimiento de los cultivos de frijol y camote. (Tesis de Grado Universidad Central del Ecuador). p 33.
- Basurto, F., Martínez, D., Rodríguez, T., Evangelista, V., Mendoza, M., Castro, D., Gonzales, J.C., & Vaylòn, V. 2015. Conocimiento actual del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en México. *Revista Agro Productividad*, 8(1).
- Capa, E. D. (2015). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo, la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) (Tesis doctoral). p 36.
- Cartagena, L.E. (2019). Plan de exportación de camote (*Ipomoea batatas*) de Honduras a Holanda. p 1.
- Castellanos, J. (2013). Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36681808/Guia_de_interpretacion_de_analisis_de_suelos_y_aguas_INTAGRI. Pdf.

- Castillo, R., Brenes, A., Esker, P., Gómez, L., 2014. Evaluación Agronómica de Trece Genotipos de Camote (*Ipomoea batatas* L.). Revista Agronomía Costarricense 38(2), 67-81.
- Cenoz, P. J., López, A., & Burgos, A. (2001). Efecto de los macro nutrientes en el desarrollo y rendimiento de Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Agrotecnia, (7), 9-12.
- Chaveli, P., Corrales, I., de Varona, R., & Font, L. (2019). Fertilización organomineral en el manejo sostenible de tierras cultivadas con maíz (*Zea mays* L.). Revista Agroecosistemas, 7(3), 116-122.
- Coaquira, R. (2019). La fertilización Nitro-Potásica en rendimiento de un clon promisorio de camote pulpa morada (*Ipomoea batatas* L.) en Costa Central (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio Digital de la Universidad Nacional Agraria La Molina. pp 1-2.
- Culqui, G.C. (2019). Rendimiento de tres clones avanzados de camote (*Ipomoea batatas* L.) bajo diferentes dosis de fertilización y densidades de siembra. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria la Molina). p 58.
- Cuéllar, A. E., Martínez, L. R., Espinosa, R. R., & Cuéllar, E. E. (2015). Efecto del Nitrógeno y hongos micorrízicos arbusculares en dos clones comerciales de boniato sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. Centro agrícola, 42(2), 39-46.
- Cusumano, C; Zamudio, N. 2013. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina, Ediciones INTA. 48 p.
- Da Silva, Días, E., Lopes Monteiro Nero, J. L., Dresch, B.L., Oliveira Rodríguez, R., Farias Araújo, W., Alves Changas, E., da Silva Siqueira, R. H., Cardoso Chagas, P., Tadashi Sakazaki, R., Soares- da Silva, E., Alves de Albuquerque, J.A & Abanto-Rodríguez, C. 2021.Fertilización orgánica para introducir el cultivo del Camote (*Ipomoea batatas* L.) en suelos de la sabana. Revista Chapingo Serie Horticultura, 27(1),27-42.
- Di Feo, L.D.V. (2015). Producción, multiplicación y manejo de propágulos de batata de sanidad controlada. Córdoba, Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Ministerio De Industria, Comercio y Desarrollo Científico Tecnológico. Gobierno de la Provincia De Córdoba.
- Escobar, A. A., Palomo, I., Rodríguez, L., Fuentes, E., Villegas, M. A., González, G. A., Olivas, F.J., & Wall, A. (2022). Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Phenotypes: From Agroindustry to Health Effects. Foods, 11(7), 1058.
- Etchevers, J.D. 1999. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. Revista Terra Latinoamericana. 17 (3): 209-219.

- Espitia, M. A., Regino, H.S., Martínez, R.A., García, P.J., Tamara, M.R., & Pérez, C.S. (2021). Reproducción de semilla de batata (*Ipomoea batatas*) Var. Agrosavia Aurora en Colombia. *Agronomía Costarricense* 45 (1): 165-175.
- FAOSTAT. 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Félix, J. A., Sañudo, R. R., Rojo, G. E., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Revista Ra Ximhai*, 4(1), 57-67.
- Fink, A. (2021) Fertilizantes y fertilización. Reverte, S.A. p 31.
- Giletto, C., Monti, M., Ceroli, P., & Echeverria, H. (2013). Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (Var. Innovator) en el sudeste Bonaerense. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14 (2): 217-222.
- Gómez, A., Pomares, F., Albiach, R., Canet, R., & Baixauli, C. (2002). Efectos de la fertilización orgánica en cultivos hortícolas: producción, balance de nutrientes y de materia orgánica. 5to congreso de la SEAE-1er Congreso Iberoamericano. SERIDA; SEAE; CYTED. pp 443-451.
- González, C. A., Giménez, L. I., & Burgos, A. M. (2020). Evaluación del rendimiento potencial de cuatro cultivares de batata (*Ipomoea batatas* (L.) lam.) en Corrientes. *Agrotecnia*, (30), 89-96.
- Gonzales, F.E. (2009). Rendimiento de tres variedades de Camote (*Ipomoea batatas* L.) Lam) y cuatro niveles de fertilización potásica en época lluviosa en Tingo María. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. p 26.
- Guridi, F., Calderin, A., Louro, R. L., Martínez, D., & Rosquete, M. (2017). Los ácidos húmicos de vermicompost protegen a plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) contra un estrés hídrico posterior. *Revista Cultivos Tropicales*, 38(2), 53-60.
- Hernández, O.A., Ojeda, D. L., López, J. C., & Arras, A. M. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Revista Tecnociencia Chihuahua*, 4(1), 1-6.
- Huamán, Z. (1992). Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. *Boletín de información técnica* 25, Centro internacional de la papa, Lima, Perú. 22 p.
- Janampa, N., Quiñones, A., Suárez, L., & Chalco, Y. (2014). Variación de sustancias húmicas de abonos orgánicos en cultivos de papa y maíz. *Revista Ciencia del suelo*, 32(1), 139-147.
- López, R., González, G., Vázquez, R. E., Olivares, E., Vidales, J. A., Carranza, R., & Ortega, M. (2014). Metodología para obtener ácidos húmicos y fúlvicos y su

caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(SPE8),1397-1407.

Macedo, P. V. (2021). Respuesta del riego parcial en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) mediante el sistema de riego por goteo subterráneo. p 30.

Martí, H. (2018). Producción de batata. (INTA).
https://inta.gob.ar/sites/default/files/libesu0000_inta_asaho_web_batata.pdf

Martí, H. R., Mitidieri, M. S., Di Feo, L. D. V., Segade, G., Constantino, A., Chiandussi, M. C., & Filippi, M. (2014). Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta familiar. Ediciones INTA. p 7.

Martí, H. R., Corbino, G. B., & Chlaudil, H. D. 2011. La batata: el redescubrimiento de un cultivo. Ciencia Hoy. 21: 17–23.

Molina, E. (2007). Análisis de suelos y su interpretación. San José, CR, CIA-UCR-Amino Grow International. p 1.

Molina, H. F. (2019). Respuesta del camote (*Ipomoea batatas* L.) a niveles de nitrógeno orgánico e inorgánico (Tesis de maestría), Colegio de postgraduados.

Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. 2 ed. rey. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. p 243.

Montes A. I., Oropeza, R.A., Díaz, C., Rodríguez, E.M & Arias, J.J. (2010). Composición mineral y comparación de raíces reservantes de variedades de batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivadas en la isla de La Palma, España. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1(1), 001-019.

Morales, A., Morales, A., Rodríguez, D., Aracelis, C., & Pastrana, I.J. (2017) Origen, Evolución y Distribución del Boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Una revisión. Revista Agricultura tropical, 3 (1),1- 13.

Moreira, M. A., González, W., & Granados, G. (1994). Determinación del uso consuntivo e intervalos de riego del camote (*Ipomoea batatas* L.). p 2.

Muhammad, W., Ali, A., Tahir, M., Nadeem, M. A., Ayub, M., Tanveer, A., Ahmad, R., & Hussain, M. (2011). Mechanism of drought tolerance in plant and its management through different methods. Continental Journal of Agricultural Science, 5(1), 10–25.

Osorio, W. y M. Casamitjana. (2011). Toma de muestras de suelos para evaluar la fertilidad del suelo. Suelos Ecuatoriales 41(1): 23-28.

Peña, J.J., Grageda, O.A., & Vera, J.A. (2002). Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (¹⁵N). Revista Terra Latinoamericana, 20(1), 51-56.

- Rodríguez, A. S. (2016). Dinámica de la respuesta del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) al estrés hídrico y salino. (Tesis de doctorado). p 8.
- Rodríguez, D.A., Posadas, A., Quiroz, R. (2014). Rendimiento y absorción de algunos nutrimentos en plantas de Camote cultivadas con estrés hídrico Y salino. Revista Chapingo Serie Horticultura 20(1),19-18.
- Rodriguez, S.G., Pinedo, T. R., & Culqui, G.C. (2023) Dosis de fertilización y densidad de siembra en clones avanzados de camote (*ipomoea batatas* L.). Revista de investigación e innovación agropecuaria y de recursos naturales, Bolivia, vol. 10, no1. pp. 7-15.
- Sánchez, J. (2010). Fertilizantes. El alimento de nuestros alimentos.
- SIACON. 2020 Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.
(Revisado el día 20 de febrero de 2021 a las 10:30 pm)
- Sosa, R.M., Rojas, C., & Delgado, G. E. (2017). Propagación in vitro de camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.) en medio de cultivo suplementado con fertilizantes convencionales. Revista Avances en Investigación Agropecuaria, 21(2), 7-24.
- Támara R, García J, Espitia A, Regino S, Pérez S, Contreras J. 2020. Evaluación de tipos de semilla y época de corte para la siembra de batata, (*Ipomoea batatas* L. Lam) en la región Caribe de Colombia. Revista FAVE Secc. Ciencias Agrarias 19:(1)11-120.
- Valverde, A.G. (2014). Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea batatas* (camote) (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). p 3.
- Vázquez, P. (2013). Uso en la agricultura de sustancias húmicas. (caso de estudio, presentado como requisito parcial para obtener el grado de especialización en química aplicada, opción: agroplasticultura, Centro de Investigación en Química Aplicada). p 38.
- Velasco, V. A. (1999). Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Revista Terra Latinoamericana, 17(3), 193-200.
- Veobides, A.H., Guridi, I.F., Vázquez, P.V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulante de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Revista Cultivos Tropicales 39(4), 102- 109.
- Vidal, A.R., Zaucedo, A.L., Ramos, M. de L. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19 (2).

Villagrán, M.R.A. (2020). Efecto de diferentes niveles de nitrógeno más melaza sobre el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias agrarias, carrera de ingeniería agronómica). p 26.