



Acumulación y distribución de materia seca en la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia en el estado Trujillo. Venezuela

Meza Norkys Marilyn¹, Daboín-León Beatriz Margarita², Riveros Raizza del Carmen² y Ramírez-Guerrero Hugo³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). El Cují, Lara, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Trujillo, Venezuela.

³Instituto Nacional de Investigaciones Fundo Zamorano Honduras

<https://orcid.org/0000-0002-1256-9718> norkysmeza@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-7317-388X> beatrizdaboin5@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4782-3134> rrivero@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0653-456X> hguerrero@yahoo.com

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.12787928>

Recibido: 01-11-2023

Aceptado: 12-06-2024

RESUMEN

La papa constituye el tercer alimento de mayor consumo después del maíz y el trigo, el estudio de los patrones de asignación de materia seca hacia las diferentes partes de la planta, es importante para la evaluación de la tasa de crecimiento, la productividad y el nivel de rendimiento de la papa. Por lo antes expuesto, es importante continuar explorando sobre los procesos que determinan el crecimiento de la papa, por lo que en esta investigación se evaluó la acumulación y distribución de materia seca en los diferentes órganos de la planta de papa variedad Mukasinia del estado Trujillo uno de los mayores productores de papa de los Andes Venezolanos. El experimento se instaló en parcela del Campo Experimental la Cristalina del INIA-Trujillo, ubicado a 2.630 msnm, con temperatura media de 14 °C, precipitación anual de 890 mm y HR de 87%; previamente a la siembra se realizó un análisis de suelo con la finalidad de conocer el estado de la fertilidad de la parcela. Se empleó diseño experimental de bloques completos aleatorizados, con 4 repeticiones y con unidad experimental formada por 20 plantas cada una. La distribución de materia seca en la variedad Mukasinia, en los diferentes órganos de la planta permitió hallar diferencias relevantes en cuanto al comportamiento de acumulación de materia seca en raíz, hojas, tallos y tubérculos, siendo los porcentajes promedios de los diferentes órganos de la planta al final del ciclo del cultivo de raíz 12%; hoja 30%; tallo 20% y tubérculos 39% respectivamente.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, órganos, materia seca.



Accumulation and distribution of dry matter in the potato variety (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia in the state of Trujillo

ABSTRACT

The potato constitutes the third most consumed food after corn and wheat, the study of the patterns of dry matter allocation to the different parts of the plant is important for the evaluation of the growth rate, productivity and level potato yield. Due to the above, it is important to continue exploring the processes that determine the growth of the potato, so in this research the accumulation and distribution of dry matter in the different organs of the Mukasinia variety potato plant from the state of Trujillo one was evaluated. of the largest potato producers in the Venezuelan Andes. The experiment was installed on a plot of the La Cristalina Experimental Field of the INIA-Trujillo, located at 2,630 meters above sea level, with an average temperature of 14 °C, annual precipitation of 890 mm and RH of 87%; Prior to planting, a soil analysis was carried out in order to know the state of the fertility of the plot. An experimental design of randomized complete blocks was used, with 4 repetitions and an experimental unit consisting of 20 plants each. The distribution of dry matter in the Mukasinia variety, in the different organs of the plant allowed us to find relevant differences in terms of the behavior of dry matter accumulation in roots, leaves, stems and tubers, being the average percentages of the different organs of the plant at the end of the root crop cycle 12%; sheet 30%; stem 20% and tubers 39% respectively.

Keywords: *Solanum tuberosum*, organs, dry matter.

INTRODUCCIÓN

La papa constituye el tercer alimento de mayor consumo después del maíz y el trigo, considerándose un cultivo de gran importancia en la seguridad alimentaria e industrial a nivel mundial (De Jong, 2016)

El crecimiento de la planta lo definen Chang y Zhu (2017) y Lambers *et al.* (1998), como un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa y forma, que dan como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta. Durante el proceso de desarrollo en las plantas, ocurre una íntima relación crecimiento-diferenciación, ambos no pueden separarse bajo ninguna circunstancia, ya que su interacción unida a factores externos e internos son los que favorecen el crecimiento y la formación del producto (Rodríguez *et al.* 2019)

Aluko *et al.* (2021) y Núñez *et al.* (2009), exponen que la presencia de órganos de la planta con una demanda neta por asimilados, puede influenciar fuertemente los patrones de producción y distribución de materia seca. La acumulación de materia seca es determinante como parámetro para caracterizar el crecimiento, porque usualmente tiene un gran significado económico.

Una distribución y asignación equilibrada de carbono (C) a varios

órganos de la planta es crucial para el crecimiento de las plantas, ya que la translocación de carbohidratos desde las hojas "fuente" fotosintetizadoras proporciona los sustratos necesarios para el crecimiento de los órganos "sumideros" no fotosintetizadores; cuando los fotoasimilados no se distribuyen adecuadamente, el rendimiento se ve afectado negativamente (Aluko *et al.* 2021).

El estudio de los patrones de asignación de materia seca hacia las diferentes partes de la planta, es importante para la evaluación de la tasa de crecimiento, la productividad y el nivel de rendimiento de la papa (Aliche *et al.* 2020).

El contenido de materia seca en el cultivo de papa es importante tanto para consumo fresco como para la industria. Tubérculos con materia seca encima de 18-20% tienden a ser más susceptibles a moretones, y los tubérculos se desintegran con más facilidad al cocer. No obstante, para la industria, un alto contenido de materia seca es necesario para obtener un buen color al freírse y el contenido debe de estar alrededor de 20 a 25%. Nitrógeno, potasio y magnesio pueden todos influir en el contenido de materia seca. La papa acumula mayor cantidad de materia seca en los órganos aéreos y las raíces durante la mitad inicial del ciclo biológico y posteriormente disminuye parte de ésta debido a la pérdida de hojas y translocación de

Acumulación y distribución de materia seca en la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia en el estado Trujillo. Venezuela
fotosintatos hacia los tubérculos (Santos *et al.* 2010)

Durante el proceso de acumulación de materia seca en el cultivo, uno de los factores que más influye es la duración del ciclo biológico, etapas fenológicas, además de estar influenciados por la interacción de las condiciones climáticas, las prácticas culturales y el genotipo

Por lo antes expuesto, es importante continuar explorando sobre los procesos que determinan el crecimiento de la papa, por lo que en esta investigación se evaluó la acumulación y distribución de materia seca en los diferentes órganos de la planta de papa variedad Mukasinia en el municipio Trujillo del estado Trujillo uno de los mayores productores de papa de los Andes Venezolanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en parcela del Campo Experimental la Cristalina del INIA-Trujillo, ubicado a 2.630 msnm, con temperatura media de 14 °C, precipitación anual de 890 mm y HR de 87%. Se usó la variedad liberada por el Programa de Mejoramiento Genético del INIA “MUKASINIA” (Meza *et al.* 2020); previamente a la siembra se realizó un análisis

Meza, Norkys Marilyn; Daboín-León, Beatriz Margarita; Riveros, Raizza del Carmen y Ramírez-Guerrero, Hugo

de suelo con la finalidad de conocer el estado de la fertilidad de la parcela. Se empleó diseño experimental de bloques completos aleatorizados, con 4 repeticiones y con unidad experimental formada por 20 plantas cada una. Los muestreos destructivos se realizaron con plantas de 10 a 15 cm de altura, es decir, a partir de los 30 días después de la siembra (dds) y se tomaron semanalmente. En cada repetición se tomaron inicialmente 5 plantas. Una vez colectadas, las plantas se lavaron y se separaron en los diferentes órganos (raíz, hojas, tallos y tubérculos); posteriormente se secaron en estufa a 70C° para determinar el peso seco y triturado en un molino Wiley de 20 mallas. Los análisis de varianza y la prueba de medias se realizaron a través del programa estadístico INFOSTAT. (Di Rienzo *et al.* 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se muestran los resultados del análisis de suelos obtenido en la parcela, lo que permitió determinar las condiciones nutricionales del suelo, se puede observar que el mismo se caracterizó por ser franco, con pH medianamente ácidos, no salinos y con moderada cantidad de materia orgánica.

Cuadro 1. Características del suelo según análisis obtenido en la parcela.

Característica	Valores
% Arena	46
% Limo	32
% Arcilla	16
Clase Textural	Franca
pH	5
CE (ds/m)	0,47
% Materia orgánica	4

Acumulación de materia seca

El sistema radical se conforma de raíces con ramificaciones laterales y estolones a partir de los cuales se forman los tubérculos, que son órganos de reserva de la planta.

El acumulado de materia seca (MS) en raíz fue significativo ($P \leq 0,01$) a lo largo del ciclo (Figura 1). La acumulación máxima ocurrió a los 93 dds, con un valor de 28 g/planta en promedio. Se observó un aumento constante de la materia seca, siendo menor en las primeras semanas de evaluación y mayor a partir de los 30 dds, hasta alcanzar su máximo valor. De ahí en adelante

ocurrió una estabilización en la acumulación y luego una leve disminución, reflejando la senectud del follaje. Cortez *et al.* (2000), al evaluar la materia seca de las raíces en las variedades de papa Boer, Russet y Utatlan a los 125 días después de la siembra encontraron pesos de 54,9; 54,6 y 48,8 g respectivamente, manifestaron un mejor crecimiento de sistema radical. En ensayo realizado por Torres-Hernández *et al.* (2020), observaron en la papa Parda Pastusa var. ‘Superior’ peso seco promedio de raíces de 17,73g a los 20 días después de la emergencia.

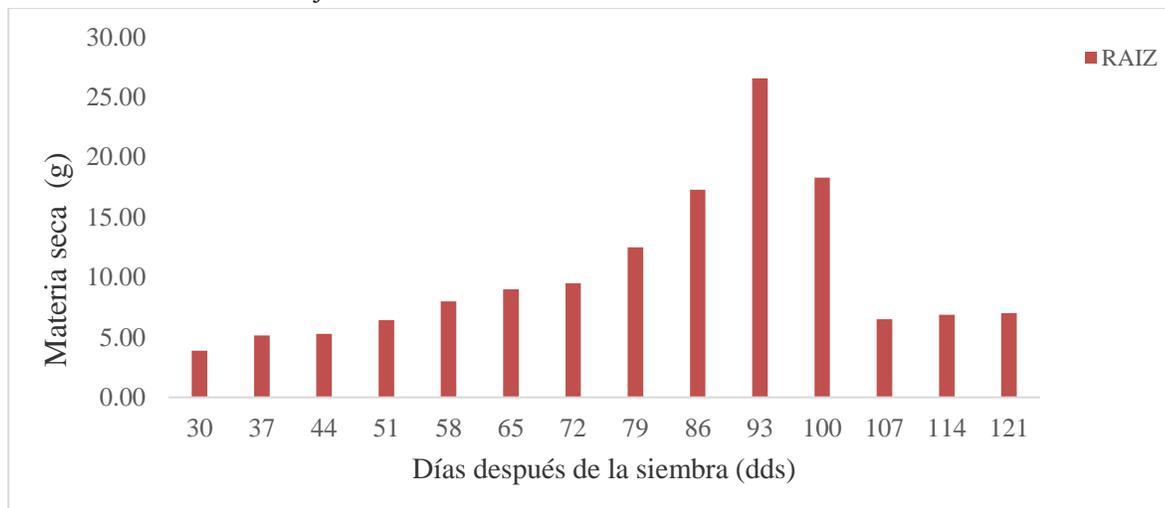


Figura 1. Acumulación de materia seca en raíces de la variedad Mukasinia a lo largo del ciclo de crecimiento.

La máxima acumulación de materia seca en hojas ocurre cuando la etapa de desarrollo de hojas se culmina hacia los 93 dds (Figura 2), logrando producir 53,7 g/planta. Las variedades Norteña, Alpha, Boer, Utatlan, UAAAN-1, Agrias, Russet Burbank, López, Gigant y Atlantic produjeron pesos secos de hojas de 55,7; 66,8; 60,7; 41,3; 50,0; 47,9; 56,4; 48,1; 46,4 y 40,3 g/planta al ser evaluadas por Cortez *et al.* (2000) a los 125 días después de la siembra.

Estos valores difirieron en los encontrados en esta investigación posiblemente debido al origen de las variedades evaluadas.

Ñústez *et al.* (2009) manifestaron que la mayor acumulación de materia seca en las hojas la presentó la variedad Pastusa Suprema y Diacol Capiro alcanzaron 176,1 y 111,5 g/planta a los 112 y 98 días después de la siembra respectivamente. Estos resultados no coinciden con los encontrados en la variedad Mukasinia.

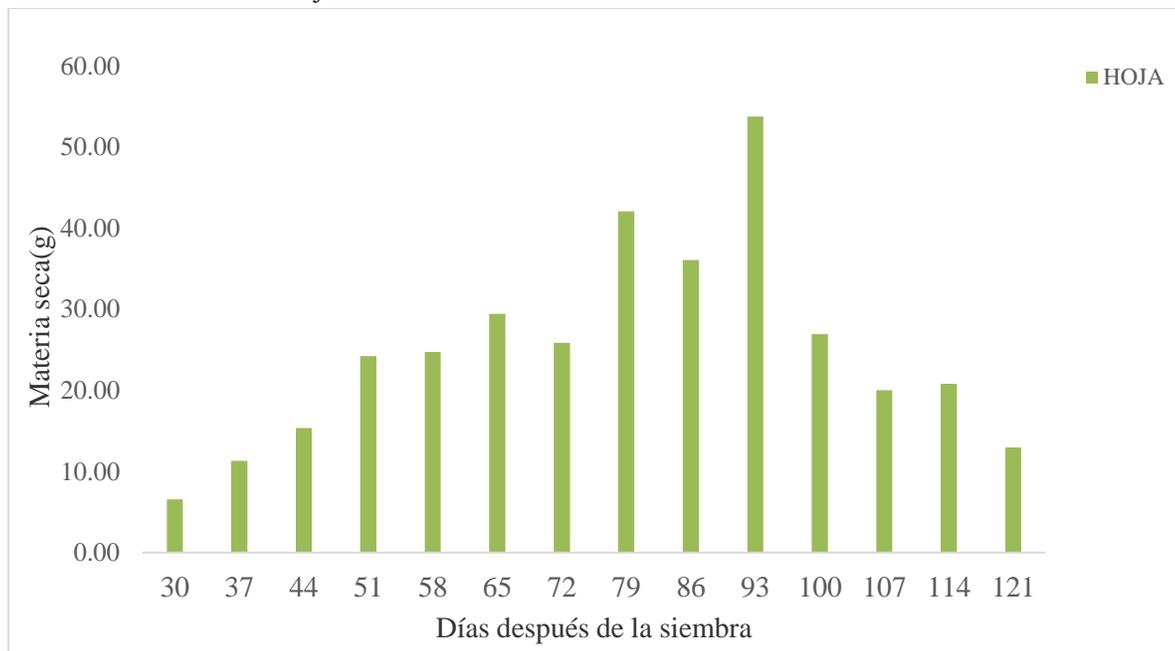


Figura 2. Acumulación de materia seca en hojas de la variedad Mukasinia a lo largo del ciclo de crecimiento.

En relación al tallo se encontraron diferencias significativas en la acumulación de materia seca a lo largo del ciclo. La máxima acumulación de materia seca en los tallos ocurrió a los 93 días al igual que en las hojas, manifestando la culminación del desarrollo vegetativo y el comienzo el proceso de tuberización (Figura 3). Las variedades Diacol capiro, Esmeralda, y Pastusa suprema y Betina lograron producir

105,87; 76,10; 165,7 y 131,4 g/planta respectivamente al evaluarse a los 112 días después de la siembra (Ñústez *et al.* 2009), valores de materia seca superiores a los encontradas en esta investigación.

Antes de la tuberización, los fotoasimilados se destinan principalmente para el desarrollo de las hojas, los tallos y las raíces, la fuerza de la demanda de las hojas es mayor que la de cualquier otro órgano.

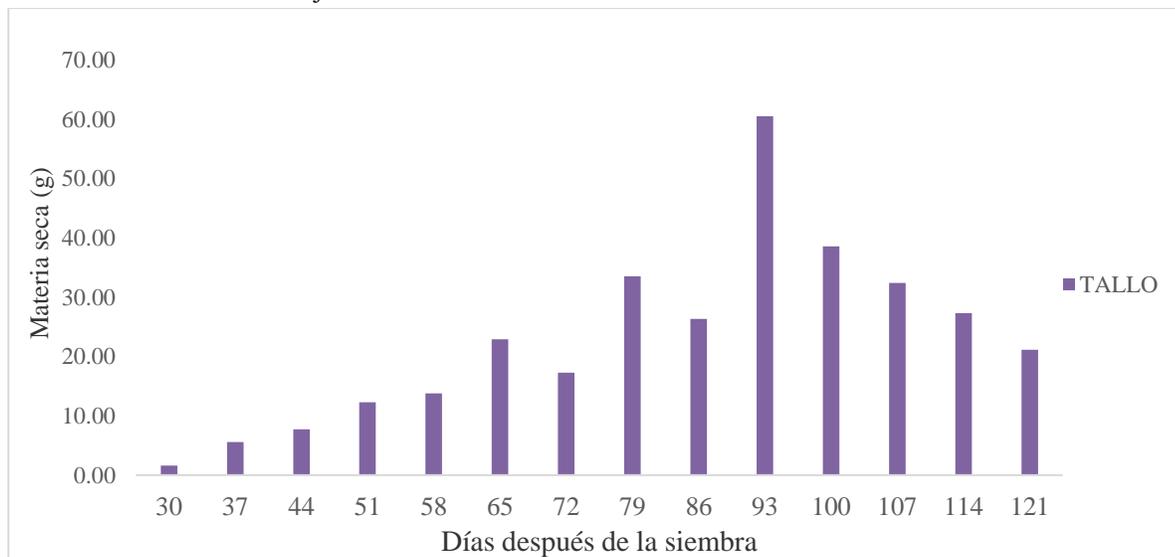


Figura 3. Acumulación de materia seca en tallos de la variedad Mukasinia a lo largo del ciclo de crecimiento.

En tubérculos, la acumulación solo se registró a partir de los 58 días después de la siembra en esta fase ya existe la diferenciación de estolones (Figura 4). El inicio de la tuberización en el presente experimento coincidió con la máxima producción de follaje, demostrando la importancia de la parte aérea para la obtención de alta productividad, pues es en esta fase que ocurre la translocación de nutrientes y fotoasimilados hacia los tubérculos. La formación de tubérculos en papa depende, entre otras cosas, de la disponibilidad de asimilados y

de la habilidad de los tubérculos para acumularlos (Jerez *et al.* 2015). Los cultivares Colombia, Galeras, Guaneña y Latina evaluados a 2859 msnm, alcanzaron valores máximos de materia seca entre 168,24 y 187,74 gramos a los 90 días después de la emergencia (Santos *et al.* 2010), estos resultados concuerdan con los encontrados en esta investigación. Los tubérculos mostraron la tendencia creciente de acumular materia seca durante todo el ciclo de crecimiento, convirtiéndose en el principal demandante de los asimilados de la planta.

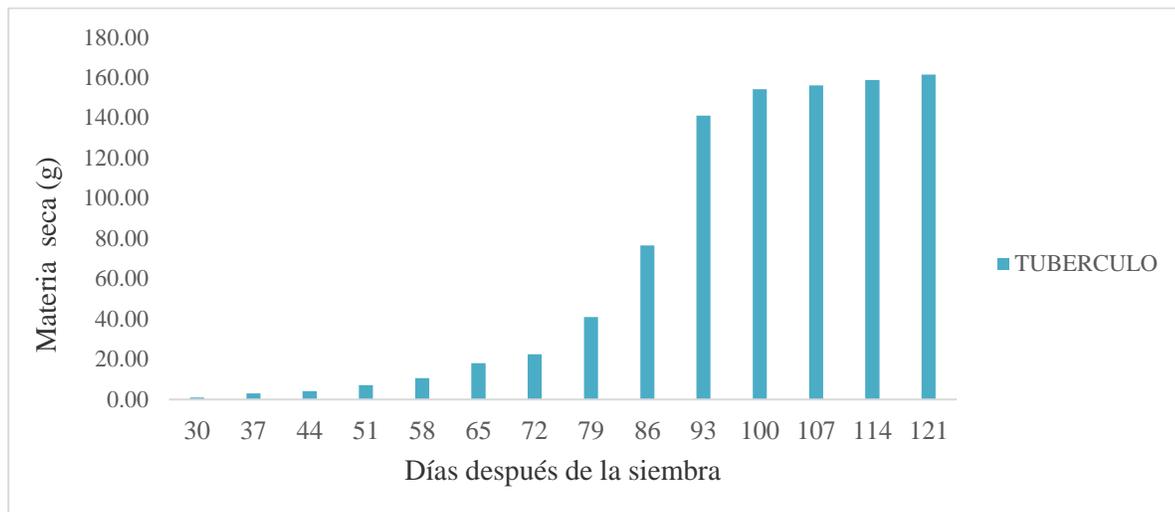


Figura 4. Acumulación de materia seca en tubérculos de la variedad Mukasinia a lo largo del ciclo de crecimiento

Los porcentajes de materia seca de los diferentes órganos de la planta se presentan en la figura 5. A partir de los 58 días, los tubérculos comenzaron a participar en el peso seco total de la planta, incrementando su porcentaje en la medida que trascurrió el ciclo del cultivo logrando producir el 80%. La raíz y las hojas arrojaron el máximo porcentaje de materia seca 30% y 50% respectivamente a los 30, mientras que en el tallo fue de 29% a los 65 días después de la siembra. En resumen, en los porcentajes promedios de los diferentes órganos de la planta al final del ciclo del cultivo fueron de raíz 12%; hoja 30%; tallo 20% y tubérculos 39% respectivamente Seminario *et al.* (2017) reportaron que el rango de materia seca del

tubérculo para los 17 cultivares evaluados fue de 18% a 25%, con promedio de 22% valores muy inferiores a los encontrados en esta investigación de igual manera ocurrió en investigación de Rojas y Seminario (2014), en 10 cultivares de la región Cajamarca, los cuales encontraron de 24% a 28% de MS en los tubérculos, con promedio de 23,5%, también Lascano (2022) al evaluar la materia seca en tubérculos de papa de las variedades Frippapa, Libertad y Puca shungo encontró porcentajes de materia seca de 20,87; 19,30 y 18,47 % respectivamente, valores inferiores a los reportados en esta investigación.

Flores-López *et al.* (2020), manifestaron que el porcentaje de materia seca en la variedad Nevadas evaluada al final de la cosecha fue para hoja de 9,88 a 13,1%, tallo de 1,83 a 4%, raíz 1,9

Acumulación y distribución de materia seca en la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia en el estado Trujillo. Venezuela a 4,9%, y tubérculo de 77,6 a 83% con respecto a la biomasa seca total de la planta, estos valores difieren de los encontrados en esta investigación. La acumulación porcentual de materia seca aérea y de tubérculos refleja la relación entre el crecimiento y el desarrollo de la planta, la máxima acumulación de materia seca en hojas y tallos ocurre cuando la etapa de desarrollo de hojas se culmina hacia los 93 días después de la siembra, mientras que los tubérculos comienzan la acumulación de materia seca a los 58 días y

alcanzan el máximo de materia seca hacia los 121 días después de sembrados.

La acumulación de materia seca por la planta está directamente relacionada con el suministro de nutrientes, siendo la masa seca un indicador de la eficiencia en la absorción de los elementos Flores-López *et al.* (2020). La producción de materia seca total es el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible, durante el ciclo de crecimiento.

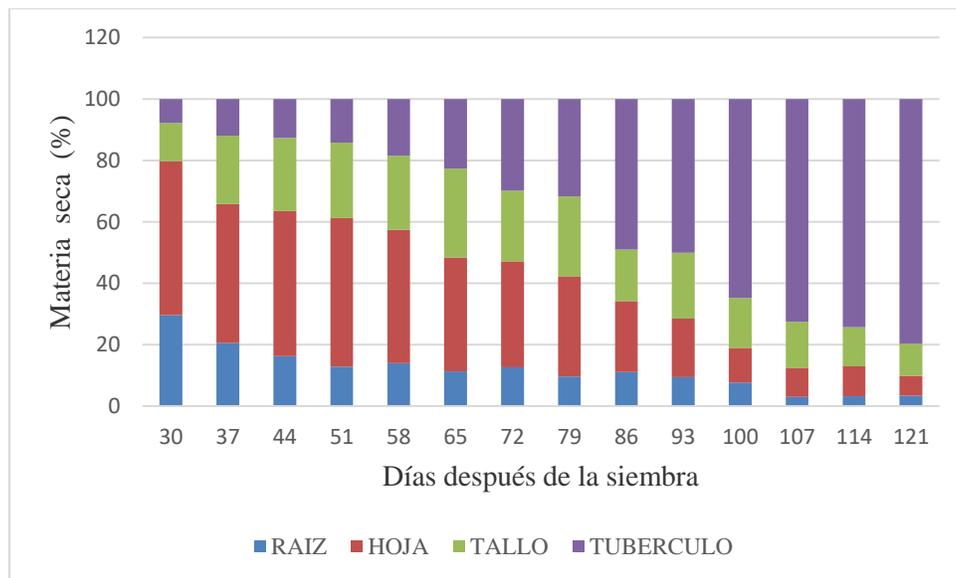


Figura 5. Porcentajes de materia seca en los diferentes órganos de la planta de papa variedad Mukasinia a lo largo del ciclo de crecimiento vegetativo.

CONCLUSIONES

La distribución de materia seca en la variedad Mukasinia, en los diferentes órganos de la planta permitió hallar diferencias relevantes en cuanto al comportamiento de acumulación de materia seca en raíz, hojas, tallos y tubérculos, siendo los porcentajes promedios de los diferentes órganos de la planta al final del ciclo del cultivo de raíz 12%; hoja 30%; tallo 20% y tubérculos 39% respectivamente.

Existe una estrecha relación entre los parámetros de acumulación y distribución de materia seca en la planta y las variables ambientales. El conocimiento de estas interacciones a lo largo del ciclo del cultivo va a permitir dar un buen manejo agronómico de la planta para alcanzar rendimientos elevados.

REFERENCIAS

- Aliche, E., Theeuwens, T., Oortwijn, M., Visser, R. y Linden, C.G. (2020). Carbon partitioning mechanisms in Potato under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol.146, 211-219.
- Aluko, O. O., Li, C., Wang, Q., y Liu, H. (2021). Sucrose Utilization for Improved Crop Yields: A Review Article. *International journal of molecular sciences*, 22(9), 4704.
- Chang, T.-G. y Zhu, X.-G. (2017). Source-sink interaction: A century old concept under the light of modern molecular systems biology. *Journal of Experimental Botany*, 68(16), 4417-4431.
- Cortez, S; Camacho, S; Martínez, G; Kuruvadi, S. y Mendoza, M. (2000). Sistema radical en genotipos de papa, bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 11(1): 139-143.
- De Jong, H., 2016. Impact of the potato on society. *Am. J. Potato Res.*, 93(5), 415-429.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M y Robledo CW. 2017. InfoStat versión 2017, Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Flores-López, R; Casimiro-Marín, M.; Sotelo-Ruiz, E; Rubio-Covarrubias, O, y López-Delgado, H. (2020). Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* volumen 11(8): 1827-1838

Acumulación y distribución de materia seca en la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia en el estado Trujillo. Venezuela

Meza, Norkys Marilyn; Daboín-León, Beatriz Margarita; Riveros, Raizza del Carmen y Ramírez-Guerrero, Hugo

- Jerez, E; Martín, R, y Morales, D. (2015) Comportamiento de la acumulación y distribución de masa seca en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L) Cultivos Tropicales, 36(4), 70-76.
- Lambers, H., F. Stuart Chapin III, y L.T. Pans. (1998). Plant Physiological Ecology. Springer, Verlag. N.Y. Inc. 299-345 p.
- Lascano, M.K. (2022). Efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) en la parroquia Juan Benigno Vela y Pilahuin, provincia de Tungurahua, Ecuador. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos. Ecuador. 91p.
- Meza, N; Pierre, F; Daboín, B. y Coraspe H. (2020). Extracción de nutrimentos en la variedad de papa Mukasinia, bajo condiciones del estado Trujillo-Venezuela. Revista Academia 43 (19): 51-57.
- Ñústez, C., Santos, M., y Segura, M. (2009). Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 62(1), 4823-4834.
- Rodrigues, J., Inzé, D., Nelissen, H., y Saibo, N. J. M. (2019). Source-Sink Regulation in Crops under Water Deficit. Trends in plant science, 24(7), 652–663.
- Rojas, P. y Seminario, J. (2014). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja) de la región Cajamarca. Scientia Agropecuaria 5(4): 165-175.
- Santos, M. Segura M. y Ñústez, C.E. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín, 63(1), 5253-5266.
- Seminario, J; Seminario, A; Domínguez, A, y Escalante, B. (2017). Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. Scientia Agropecuaria 8 (3): 181-191.

Acumulación y distribución de materia seca en la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Mukasinia en el estado Trujillo. Venezuela

Meza, Norkys Marilyn; Daboín-León, Beatriz Margarita; Riveros, Raizza del Carmen y Ramírez-Guerrero, Hugo

Torres-Hernández D; Pinzón-Sandoval, E; Peña-Baracaldo, F; Torres-Rodríguez S. y Jimenez-Diaz, D. (2020). Efecto del termofosfato sobre el crecimiento y producción de papa (*Solanum tuberosum* L.). Revista U.D.C.A. Vol. 23(2).