

16

Recibido: enero, 2023 Aprobado: febrero, 2023 Publicado: abril, 2023

EFFECTO DE MICRO TÚNELES Y ESTUFAS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS CULTIVARES DE PAPA

EFFECT OF MICRO TUNNELS AND STOVES ON THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF TWO POTATO CULTIVARS

Laura Yadira Bermeo Gualan

E-mail: lbermeo3@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7483-7335>

Katty Marisol Macas Nagua

E-mail: kmacas3@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3846-4703>

José Nicasio Quevedo Guerrero

Email: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Bermeo Gualan, L. Y., Macas Nagua, K. M., Quevedo Guerrero, J. N. (2023). Efecto de micro túneles y estufas en el comportamiento agronómico de dos cultivares de papa *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 124-131. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Los cultivos protegidos han sido de vital importancia en el sostenimiento agrícola. En la parte alta de la provincia de El Oro, los cultivos de papa son afectados por bajas temperaturas que causan daños fisiológicos en las plantas, provocando mermas en la cosecha, lo que propicia el uso de invernaderos y otras estructuras como micro túneles, que previenen el impacto de estos fenómenos climáticos. En este estudio se utilizaron dos cultivares de papa "Super Chola" y "Chaucha" los cuales son afectados en su desarrollo, cuando las temperaturas se encuentran por debajo de los 10°C, disminuyendo su producción. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de micro túneles y estufas en el comportamiento agronómico y rendimiento de dos cultivares de papas, entre los meses más fríos (mayo y agosto del 2022), sitio Shiguil del Cantón Chilla, a 2633 msnm, en un área de 114 m². La utilización de micro túneles + estufas (MT+E-T2) mejoró las condiciones agronómicas del cultivo tanto en productividad y precocidad, presentando diferencias significativas en las variables relacionadas con la producción como peso y número de tubérculos en los dos cultivares, obteniéndose mayores rendimientos.

Palabras clave:

Micro túnel, bajas temperaturas, microclimas, tubérculos, estufas.

ABSTRACT

Protected crops have been of vital importance in agricultural sustainability. In the upper part of the province of El Oro, potato crops are affected by low temperatures that cause physiological damage to the plants, causing losses in the harvest, which leads to the use of greenhouses and other structures such as micro tunnels, which prevent the impact of these climatic phenomena. In this study, two potato cultivars "Super Chola" and "Chaucha" were used, which are affected in their development when temperatures are below 10°C, reducing their production. The objective of the present work was to evaluate the effects of micro tunnels and cookers on the agronomic behaviour and yield of two potato cultivars, between the coldest months (May and August 2022), Shiguil site, Canton Chilla, at 2633 m.a.s.l., in an area of 114 m². The use of micro tunnels + cookers (MT+E-T2) improved the agronomic conditions of the crop both in productivity and earliness, presenting significant differences in the variables related to production such as weight and number of tubers in the two cultivars, obtaining higher yields.

Keywords:

Micro tunnel, low temperatures, microclimates, tubers, stoves.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cuatro principales alimentos requeridos a nivel mundial, tiene gran significancia económica en los países que lo cultivan, su consumo se debe al aporte nutricional de minerales (calcio, potasio, fósforo, magnesio), vitaminas (tiamina, niacina, Vitamina A y C) y carbohidratos, que forman parte de la dieta equilibrada de las personas, acentuándose como un alimento completo. En los últimos años se ha incrementado la producción mundial de este cultivo, en el 2020 asciende a 359 millones de toneladas, y se busca aumentar la productividad para los próximos años debido a la demanda del producto, para uso en fresco y en las industrias (Cerón-Lasso *et al.*, 2018).

Es afectado por factores abióticos como la temperatura, tiene adaptabilidad a climas templados fríos (13 y 18 °C), generalmente cuando este factor es inferior a 10 °C y superior a 30 °C, perjudica de manera irreversible el desarrollo de la planta, provoca el retraso en la formación y tamaño de tubérculos, con pérdidas significativas en la producción (Zuñiga Chila *et al.*, 2017), caso preocupante para los productores, quienes buscan tener una productividad sostenible para satisfacer las necesidades del mercado.

La baja temperatura o conocida también como helada puede ser de dos tipos, de advección que está por debajo de 0 °C y de radiación ocasionada por la pérdida de energía en el intercambio radiante, durante las noches despejadas y en calma, lo que causa efectos negativos en las plantas, debido a que el agua extracelular baja a un valor crítico y se origina el funcionamiento incorrecto de las células dañando sus tejidos (García *et al.*, 2017).

Ecuador produce 21.000 toneladas de papa al año, la provincia más importante en cuanto a producción es Carchi, aportando el 35% y 18,84 t ha⁻¹ (Basantes *et al.*, 2020), sin embargo, debido a su ubicación geográfica existe variabilidad climática en las diferentes regiones del país, lo que causa impacto en los sectores económicos, sociales y productivos (Villavicencio *et al.*, 2022). En el campo agrícola estos cambios son determinantes en el rendimiento de los cultivos, en el año 2018 el país presenta una pérdida del 29 % en producción de papas a causa de bajas temperaturas (Mora *et al.*, 2018).

Para reducir los daños causados por bajas temperaturas, se encuentran investigaciones en el mejoramiento genético de cultivares resistentes a estos factores climáticos, método que provoca la pérdida en las características naturales de las variedades nativas. Otra técnica que se usa es la aplicación de agroquímicos como urea y fungicidas, los cuales afectan la salud de las personas (Sapino, 201). La implementación de cubiertas plásticas (invernaderos, macro túneles y micro túneles), son una alternativa para la protección de cultivos en estas temporadas, muestran ventajas notables como: preservar las plantas contra el viento, las lluvias y heladas, con la instalación de estas estructuras se obtienen altos rendimientos y mejor calidad de cosechas (Abad *et al.*, 2020).

Mantener la temperatura a rangos adecuados en el desarrollo de un cultivo evita los daños fisiológicos y estrés de la planta, existen diferentes métodos para modificar este factor. Las estufas o antorchas son utilizadas bajo cubiertas plásticas (invernaderos) y campo abierto en lugares donde el ambiente es menor a los 0 °C (Liu *et al.*, 2019). En la parte alta de la Provincia de El Oro la producción de papas y otros cultivos están expuestos a bajas temperaturas, por lo que fue indispensable realizar esta investigación, la cual tuvo como objetivo evaluar los efectos de micro túneles y estufas en el comportamiento agronómico y rendimiento de dos cultivares de papas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre los meses de mayo y agosto del 2022, en sector Shiguil del Cantón Chilla, perteneciente a la provincia de El Oro, Ecuador, ubicado en las coordenadas geográficas: 3°27'59"S, 79°34'39"W, a 2633 msnm, en un área de 114 m² (Figura 1). El Cantón Chilla presenta diversos tipos de suelos como: francos arenosos, francos, francos limosos. Además, se establecen diferentes pisos altitudinales con relación a las temperaturas. Para rangos de temperaturas: de 8°C–12°C; 12°C–15° y de 20°C–30°C, se considera pisos altitudinales máximo, medio y bajo respectivamente.

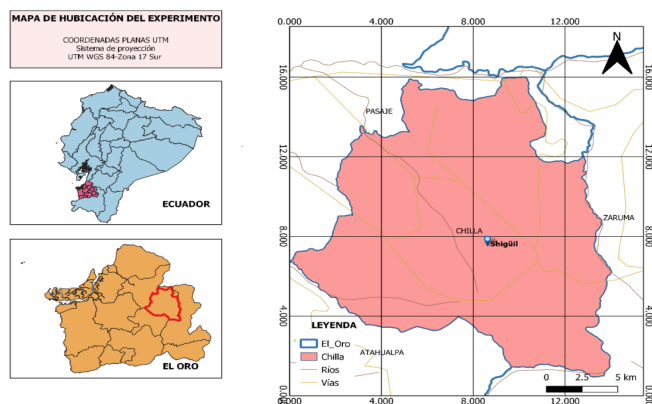


Figura 1: Mapa de ubicación del área del experimento en el cantón Chilla

Los materiales vegetativos utilizados para este estudio fueron tubérculos de los cultivares de papa super Chola y Chaucha amarilla, las semillas presentaron un tamaño mediano (50–70 g), sanos y con al menos tres brotes, obtenidos de cultivos anteriormente establecidos en la zona. En cuanto a las características agronómicas del cultivar Chaucha, se conoce que los tubérculos son de forma elíptica, con yemas axilares (brotes) de profundidad mediana, la piel es de color amarilla, al igual que su pulpa, siendo muy apetecible para consumo en fresco (cocida, horneada, purés y al vapor). El cultivar super Chola presenta tubérculos medianos, elípticos, ovalados, de piel rosada, con brotes superficiales y pulpa amarilla pálida; se usa para consumo fresco (sopas, purés, ensaladas, etc.) y para procesamiento (papa frita en forma de hojuelas o de tipo francesa) (INIAP, 2022).

El diseño experimental utilizado fue factorial completamente al azar fraccionado 3x2. Se manipularon dos factores de estudio (FE), tres condiciones térmicas y dos cultivares de papa (Tabla 1). Con tres repeticiones cada tratamiento y 5 unidades experimentales.

Tabla 1. Tratamientos aplicados en el estudio

Cultivares (FE-1)	Condiciones térmicas (FE-2)
Super chola (SC-V1)	Micro túnel (MT-T1)
	Micro túnel + estufa (MT+E-T2)
	Testigo (T-T3)
Chaucha (CHa-V2)	Micro túnel (MT-T1)
	Micro túnel + estufa (MT+E-T2)
	Testigo (T-T3)

Construcción de micro túneles: Los micro túneles tuvieron 6 m de largo, altura de 1,40 m y abertura del arco de 2,20 m, dimensiones relacionadas con el desarrollo del cultivo. Para la estructura de los arcos se utilizó tubos PVC de 25 mm, a una distancia de 2 m entre ellos. En la parte inferior se aseguró con estacas de madera en cada extremo de los arcos, en el centro de la parte superior se cruzaron alambres galvanizados de extremo a extremo de la estructura, el cual dio firmeza y sirvió de sostén para la cubierta. El plástico utilizado para cubrir el micro túnel fue de 4 m de ancho, transparente y con espesor de 150 µm, el cual permitió el buen ingreso de luz (Figura 2).



Figura 2. Diseño de micro túneles

Las cubiertas plásticas mantienen la temperatura dentro de ellas, sin embargo, en días muy fríos se requiere instalar sistemas de calefacción artificial. Existen diferentes formas de manejar este factor como son: sistemas automatizados, calefactores con energía eléctrica, estufas y calderas mediante combustibles. En este estudio se colocaron estufas de calor realizadas de manera artesanal, utilizando envases de metal de 500 ml y parafina mezclada con aserrín fino (residuos de madera), las cuales mantuvieron el fuego encendido durante varias horas. (Figura 3).



Figura 3. Ubicación de estufas dentro de los micro túneles en días de baja temperatura

Manejo del experimento: En la plantación del cultivo se ejecutó la preparación del suelo mediante arado a una profundidad de 30 cm, con la finalidad de remover malezas y dejarlo con una buena estructura, para el adecuado desarrollo de los tubérculos. La labor de aporque y control de malezas se realizó a los 20 y 45 días después de la siembra. El riego en el cultivo a campo abierto, fue mediante sistema de aspersión, su intervalo varió en función con las precipitaciones del lugar y la etapa fisiológica del cultivo. La ventilación de los micro túneles se llevó a efecto alzando las cubiertas plásticas en los días soleados, mientras que en las noches frías (menor a 10 °C) se ubicaron 4 estufas dentro de las cubiertas aumentando la temperatura hasta 14 °C, procedimiento realizado desde la emergencia del cultivo hasta la floración.

Tabla 2. Variables evaluadas y su descripción

Variables	Descripción
Número de Hojas (Nhoj)	En la valoración de esta variable se contabilizó el número de hojas de cada planta, en la etapa de floración.
Número de tubérculos por planta (NTbP)	En la fase de producción se contó los tubérculos de todos los tamaños de cada planta (unidades muestrales).
Peso de tubérculos por planta (PTbP).	Al momento de la cosecha se separó los tubérculos de cada planta evaluada, y se procedió a pesar en libras (lb)
Días a la floración (DF)	Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se observó más del 50% de floración del cultivo.
Peso de tubérculos por tratamiento (PeCoT)	Se evaluaron 15 plantas por tratamiento, al momento de la cosecha se tomó el peso en libras (lb) de todas las unidades.
Días a la cosecha (DaCos)	Se anotó los días desde la siembra hasta la cosecha, actividad realizada cuando las plantas demostraron que cumplieron su ciclo vegetativo como, follaje de color amarillo y la cáscara de los tubérculos no se desprendían al ser friccionados con los dedos.
Rendimiento agrícola (t ha-1) (RendA).	Con los pesos obtenidos por tratamiento, se realizó la conversión al peso en toneladas por hectárea, el cual representa el rendimiento agrícola.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA factorial intergrupos para un experimento factorial completamente al azar, mediante un análisis descriptivo se identificó si los datos cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. En los niveles que no hubo interacción entre los factores, se procedió analizar individualmente mediante un t de Student para grupos independientes. Finalmente se aplicaron pruebas de rangos múltiples post hoc para conocer cómo se agrupan los datos entre sí mediante Duncan al 5%.

Para las variables que no cumplieron los supuestos de homogeneidad y normalidad se realizaron pruebas no paramétricas, test de Kruskal-Wallis para k muestras y test de U de Mann-Whitney para 2 muestras las cuales son utilizadas en estos casos. El procesamiento estadístico se realizó en el software estadístico IBM SPSS Statistics 25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 3 muestra el análisis estadístico de las variables evaluadas: número de hojas, número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta. Se observan las diferencias significativas, coeficiente de variación e interacción de los factores de estudio (condiciones térmicas, cultivares) lo que permite interpretar el efecto que causan los tratamientos en las variables.

Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA de las condiciones térmicas en las variables

Condiciones térmicas	\bar{x} Nhoj	\bar{x} NTbP	\bar{x} PTbP (lb)
Micro túnel	86,5 a	15,93 b	2,35 b
Micro túnel + estufa	83,27 a	18,33 a	2,68 a
Testigo	58,07 b	13,30 c	1,39 c
CV (%)	24,96	18,22	30
ANOVA (p < 0,05)	0,000	0,000	0,000
Interacción (p < 0,05)	0,23	0,15	0,63
t de Student (p < 0,05)	0,577	0,447	0,845

Letras diferentes, muestran diferencias estadísticas significativas, letras iguales demuestran similitud de medias mediante pruebas post hoc de Duncan^{abc}; donde ^a representan las medias más altas.

Las variables evaluadas, se describen a continuación:

Número de hojas: Las hojas en las plantaciones tienen gran importancia debido a que cumplen funciones de transpiración, respiración y procesos fotosintéticos, con las cuales realizan sus procesos metabólicos, se relaciona que a mayor área foliar mejor rendimiento (Koch *et al.*, 2020). Los resultados demostraron que el primer factor evaluado, los cultivares se comportan de manera similar en los tratamientos (sin diferencias significativas). En el segundo factor de estudio, las condiciones térmicas: micro túnel y micro túnel + estufa presentaron las medias más altas, con 87 hojas en el cultivar chaucha y superchola con 83, diferenciándose de manera significativa del testigo, el cual indicó las medias más bajas con una

media de 58 (Tabla 3). Estos resultados son semejantes a los obtenidos por López Tolentino *et al.*, (2022) en el cultivo de tomate, el cual expuso que las cubiertas plásticas dan como resultado mayor número de hojas.

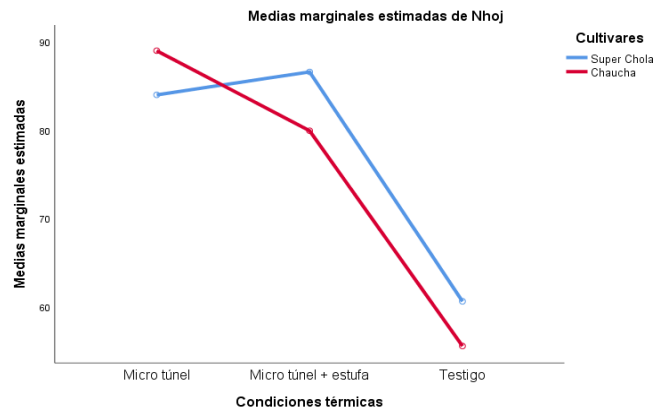


Figura 3. Variable número de hojas en tres condiciones térmicas en función a los cultivares

Número de tubérculos por planta: La tabla 3 muestra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El micro túnel+estufa presentó mayor número de tubérculos en ambos cultivares, seguido del micro túnel, por último, el testigo demostró la media más baja, a nivel productivo el micro túnel + estufa fue superior debido a que impide el estrés fisiológico por bajas de temperatura. La figura 4 indica que en el factor estudiado cultivares, la papa chaucha proporciona más cantidad de tubérculos en el tratamiento de micro túnel. Jerez *et al.*, (2017) mencionan que la temperatura es importante en el desarrollo de los tubérculos, con este factor en condiciones óptimas se puede llegar a producir 12 veces más, que a un cultivo con ambientes inadecuados. Por otro lado, estudios realizados por Koch *et al.*, (2019) han demostrado que la formación de tubérculos está influenciada por los nutrientes adquiridos y su cumplimiento en los procesos requeridos para la asimilación, transformación de azúcares.

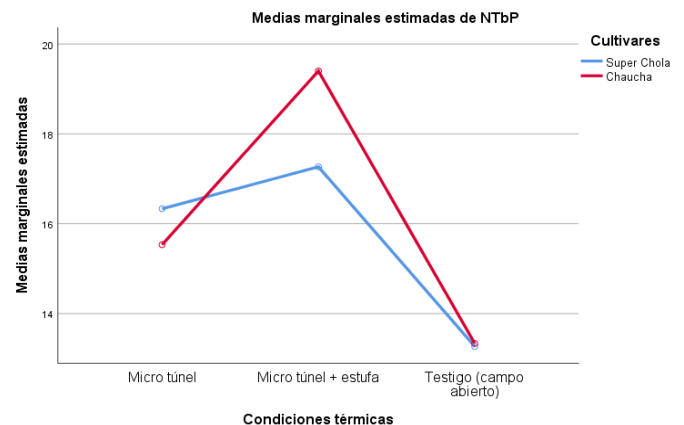


Figura 4. Variable número de tubérculos por planta en tres condiciones térmicas en función a los cultivares

Peso de tubérculos por planta: En los cultivares Super Chola y Chaucha presentaron similitudes estadísticas (Tabla 3). En las condiciones térmicas se puede determinar que Micro túnel + estufa tuvo mejores resultados para ambos cultivares, seguido del Micro túnel, a su vez se diferenciaron del testigo observándose la media más baja (Figura 4). Esto explica que la papa, al ser una planta termodinámica se ve directamente influenciada por la temperatura en la formación de tubérculos y su diámetro (Martin & Jerez, 2017), el peso del tubérculo es totalmente relativo al buen follaje, permitiendo procesar compuestos de los nutrientes, y la unión de proteínas y carbohidratos que son transformados en almidón, incrementando su peso y valor nutritivo (Koch *et al.*, 2020).

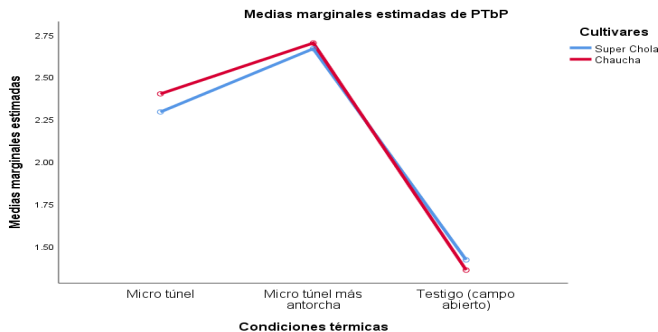


Figura 5. Peso de tubérculos por planta en tres condiciones térmicas en función a los cultivares

La tabla 4, indica el análisis de las variables estudiadas con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual muestra las diferencias significativas entre los tratamientos mediante rangos medios en días a la floración, días a la cosecha, peso de tubérculo por tratamiento y Rendimiento agrícola.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis para las condiciones térmicas mediante rangos medios

Condiciones térmicas	DF (días)	DaCos(días)	PTbT (lb)	RendA
Micro túnel	53b	30.50a	45,50b	45,50b
Micro túnel + estufa	31a	30.50a	75,50a	75,50a
Testigo a campo abierto	53b	75.50b	15,50c	15,50c
CV (%)	15,52	13.66	25,80	25,79
Test de Kruskal-Wallis	0,000	0,000	0,000	0,000

Las letras ^{abc} muestran las diferencias estadísticamente significativas provenientes de una comparación de pares entre los grupos, donde ^a representan las medias más altas

En la tabla 5, se aprecia la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney utilizada en el análisis de dos muestras (2 cultivares), la cual indica las diferencias significativas entre los cultivares mediante rangos medios en las variables días a la floración, días a la cosecha, peso de tubérculo por tratamiento y rendimiento.

Tabla 5. Prueba de U de Mann-Whitney para dos grupos de cultivares de papa

Cultivares de papa	DF	DaCos	PTbT	RendA
Super chola (SC-V1)	68b	58b	43NS	43NS
Chaucha (CH-V2)	23a	33a	48NS	48NS
CV (%)	13.12	13.66	25,80	25,79
Test de U de Mann-Whitney	0,000	0,000	0,357	0,357

Las letras ^{abc} muestran las diferencias estadísticamente significativas provenientes de una comparación de pares entre los grupos, donde ^a representan las medias más altas

Días de floración. La floración del cultivo está relacionada con la producción de semillas sexuales, que se forman dentro de bayas y tienen gran importancia en los mejoramientos genéticos (Salomón *et al.*, 2012). Los cultivares presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, el cultivar chaucha llegó a esta etapa en menos días que la super chola (Tabla 5), esto se relaciona con las características fisiológicas de los cultivares. Al analizar las condiciones térmicas demostró que en el micro túnel + estufa, la floración se presentó de forma más temprana en los dos cultivares (68 y 50 días) (Figura 6). Sin embargo, en esta variable no se evidenció diferencias significativas entre el tratamiento de micro túnel y testigo (Tabla 4).

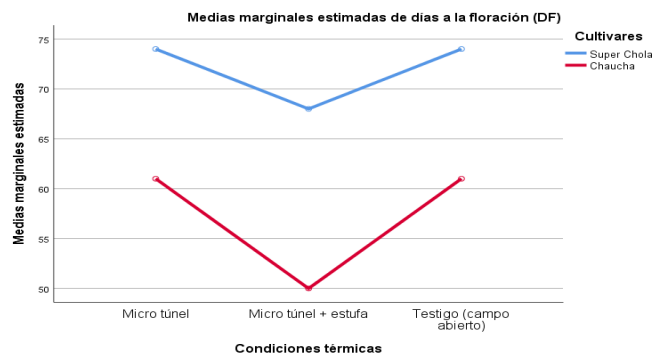


Figura 6. Días a la floración, en las condiciones térmicas en función a los cultivares de papa

Peso de tubérculos por tratamiento: En el primer factor, los cultivares de papa Super Chola y Chaucha no mostraron diferencias significativas (Tabla 5), mientras que al analizar las diferencias entre los tratamientos del segundo factor (condiciones térmicas), se observó al micro túnel + estufa como el mejor tratamiento debido a que se obtuvo mayor peso de tubérculos en los cultivares Superchola y Chaucha (40,0 lb igual a 18,18 kg y 40,5 lb equivalente a 18,41 kg), seguidas de micro túnel (34,4 lb = 15,64 kg y 36 lb = 16,36 kg), diferenciándose significativamente del testigo el cual presenta medias más bajas (21,3 y 32,3 lb que representan 9,68 y 14,68 kg) (Figura 7). Estos resultados se asemejan al estudio realizado por Insuasty & Jurado (2019) en el cultivo de remolacha, quien menciona que, bajo micro túneles obtuvo mejores resultados en cuanto a la producción de raíces, valores altos en fibra y proteínas.

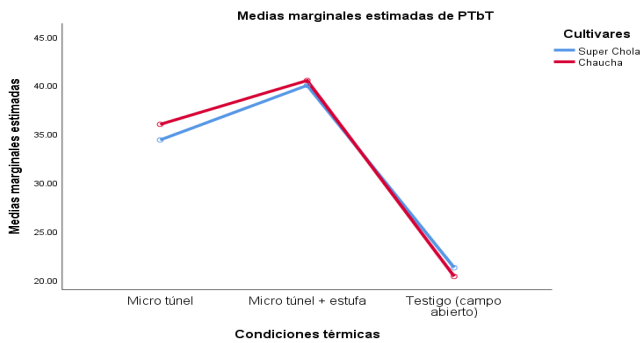


Figura 7. Peso de tubérculo por tratamiento en las condiciones térmicas en función a los cultivares de papa

Días a la cosecha: En esta variable los cultivares de papa Super Chola y Chaucha presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 5), el cultivar Chaucha resultó ser el cultivar más precoz para completar su ciclo vegetativo, estos resultados coinciden con el estudio realizado por Rojas & Seminario (2014). A su vez Araque (2019) indica los días a la cosecha de los cultivares de papa y menciona que, el cultivar superchola es de maduración tardía. La tabla 4 indica que en las condiciones térmicas fueron similares los tratamientos micro túnel y micro túnel + estufa, a diferencia del testigo, el cual se extendió más días a la cosecha en los dos cultivares. Los micro túneles y la temperatura influyeron en la madurez del cultivo, anticipando la cosecha con 27 días en el cultivar chaucha y 33 días en la superchola tal como lo indica la Figura 8. Adicionalmente se observó en el tratamiento testigo la presencia de enfermedades (hojas necróticas) afectando el follaje de las plantas, lo que se puede atribuir que el cultivo a campo abierto fue más susceptible a estos daños.

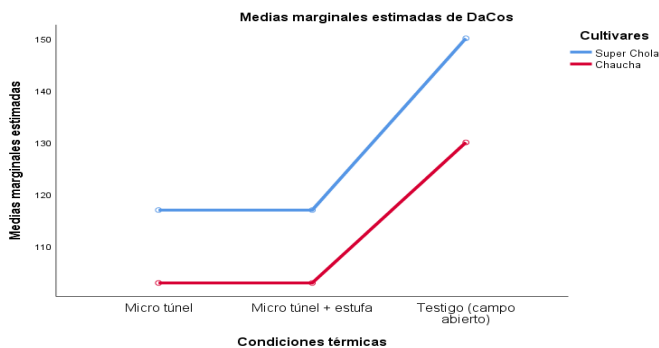


Figura 8. Días a la cosecha en las condiciones térmicas en función a los cultivares de papa

Rendimiento agrícola: Al analizar el primer factor se observó un comportamiento similar de los cultivares, mientras que el segundo factor de condiciones térmicas, existieron diferencias significativas entre ellas (Tabla 4 y 5). El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento de micro túnel + estufa, con una media de 12,77 t ha⁻¹ en el cultivar super chola y en la chaucha 12,61 t ha⁻¹, diferenciándose de manera significativa al testigo que demostró las medias más bajas (6,72 t ha⁻¹ y 6,43 t ha⁻¹) (Figura 9). Estos resultados se relacionan con los estudios realizados por

López Tolentino *et al.*, (2022) en el cultivo de tomate quien obtuvo mejor rendimiento bajo la condición de micro túnel.

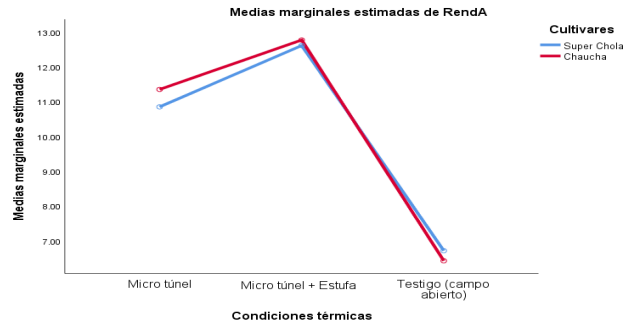


Figura 9. Rendimiento agrícola en las condiciones térmicas en función a los cultivares de papa

CONCLUSIONES

El uso de micro túneles y micro túneles + estufas mostraron los mejores resultados en las variables evaluadas en comparación al tratamiento control, indicando que las cubiertas plásticas protegen al cultivo de los daños que causa la baja temperatura, permiten cosechar en menos tiempo y mejoran significativamente la producción.

Dentro del tratamiento micro túneles + estufas, se obtuvo las mejores respuestas en las variables relacionadas con la productividad, debido a que, al encontrarse las plantas en su ambiente adecuado, producen más hojas realizando con normalidad los procesos fotosintéticos que ayudan a su nutrición, esto se evidencia al obtener mayor número y peso de tubérculos.

El uso de micro túneles y estufas presentan una alternativa para los pequeños agricultores, ya que permite obtener buena producción en épocas de baja temperatura, evitando las pérdidas económicas de los agricultores.

Los cultivares de papa superchola y chaucha se comportaron de manera similar demostrando que no existe inferencia fisiológica para la emisión de hojas; a diferencia de la variable días a la cosecha en la cual el cultivar chaucha completó su ciclo vegetativo con 14 días de anterioridad al cultivar super chola.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abad Abad, CF, Jiménez Álvarez, LS, & Capa Mora, ED (2020). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma cantón Loja. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31 (1), 131-141. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/31.2020.10>

- Araque Ipiales, L. M. (2019). Evaluación del rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa (*solanum tuberosum*), var. super chola, bajo aplicaciones de biol mejorado, comunidad San Luis de Agualongo, parroquia San Juan de Ilumán, cantón Otavalo (Bachelor's thesis). <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9864/3/03%20AGP%20251%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.
- Basantes, F., Aragón Suárez, J. P., Albuja Illescas, L. M., & Vásquez Hernández, L. Del R. (2020). Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*solanum tuberosum* L.) en la zona 1 del ecuador. *E-agronegocios*, 6(2), 103–120. <https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5103>
- Cerón-Lasso, M., Alzate-Arbeláez, A. F., Rojano, B. A., & Ñuztez-Lopez, C. E. (2018). Composición fisicoquímica y propiedades antioxidantes de genotipos nativos de papa criolla (*solanum tuberosum* grupo phureja). *Información tecnológica*, 29(3), 205-216. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000300205
- García, W., Delfín, M., & Azero, M. (2017). Escenarios de cambio climático y sistematización de tecnologías campesinas e innovaciones tecnológicas contra las heladas. *Acta nova*, 8(2), 186–204. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892017000200003&script=sci_abstract
- Insuasty-Santacruz, E., & Jurado-Gámez, H. (2019). Remolacha forrajera *Beta vulgaris* sembrada en Microtúneles y su efecto en parámetros productivos del cuy. <https://core.ac.uk/download/pdf/270304704.pdf>
- INIAP. (2022). *Cátalogo de variedades de papa en Ecuador*. 15-32. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5850/1/CATALOGO%20PAPA%202022>.
- Jerez-Mompié, E., Martín-Martín, R., & Morales-Guevara, D. (2017). Evaluación del crecimiento y composición por tamaño de tubérculos de plantas de papa para semilla. *Cultivos tropicales*, 38(4), 102-110. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000400015
- Koch, M., Busse, M., Naumann, M., Jákli, B., Smit, I., Cakmak, I., Hermans, C., & Pawelzik, E. (2019). Differential effects of varied potassium and magnesium nutrition on production and partitioning of photoassimilates in potato plants. *Physiologia plantarum*, 166(4), 921–935. <https://doi.org/10.1111/ppl.12846>
- Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A., & Thiel, H. (2020). The importance of nutrient management for potato production part i: plant nutrition and yield. *Potato research*, 63(1), 97–119. <https://doi.org/10.1007/s11540-019-09431-2>
- Liu, J., Macrae, M. L., Elliott, J. A., Baulch, H. M., Wilson, H. F., & Kleinman, P. J. (2019). Impacts of cover crops and crop residues on phosphorus losses in cold climates: a review. *Journal of environmental quality*, 48(4), 850-868. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.03.0119>
- López Tolentino, G., Muñoz Osorio, G. A., Marín Colli, E. E., Castillo López, E., & Jiménez Chi, J. A. (2022). Composta artesanal sola o con microtúnel sobre el crecimiento y rendimiento de tomate (*solanum lycopersicum* l.). *Avances en investigación agropecuaria*, 26(1). <https://doi.org/10.53897/revaiia.22.26.27>
- Mora, J., Velasco, C., Mejía, A., & Flores, R. (2018). Miden-do perdidas en la cadena papa en ecuador. international potato center. <https://doi.org/10.4160/9789290604921>
- Martín Martín, R., & Jerez Mompie, E. (2017). Efecto de las temperaturas en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 75-80. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000100009&script=sci_arttext&tling=en
- Rojas Mercado, L. P., & Seminario Cunha, J. F. (2014). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*, 5(4), 165-175. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172014000400001&script=sci_arttext&tling=pt
- Salomón Díaz, J. L., Castillo Hernández, J. G., Estévez Valdés, A., Arzuaga Sánchez, J. A., Ortiz Castiello, Ú., Torres de la Noval, W., & Ramiro Vásquez, E. (2012). Estudio de la floración y producción de semilla botánica de polinización libre en genotipos de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 33(2), 61-67. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000200009
- Sapino, V. (2018). Información Técnica de cultivos de invierno. Campaña 2018. EEA Rafaela. https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_rafaela_cultivos_inv_2018.pdf#page=65

Villavicencio, A., Park, C. H., Cho, K., Bae, R., Peñaherrera, D., Narváez, G., López, V., Camacho, J., Suquillo, J., Yumisaca, F., Asaquibay, C., Nieto, M., Ortega, D., Quimbiamba, V., Torres, C., Naranjo, E., Cuenca, S., & Alvarez, R. (2022). Sustainable potato production in the mountain area of Ecuador, an approach to increase productivity with small scale farmers. *Agricultural sciences*, 13(10), 1080–1090. <https://doi.org/10.4236/as.2022.1310066>

Zuñiga Chila, S., Morales Espinoza, C., & Estrada Martínez, M. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión ingenio y sociedad*, 2(2), 140-152. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>