

Diagnóstico rural participativo del cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí

Participatory rural appraisal of onion crop in Tierras Altas, Chiriquí

Rubén D. Collantes-González

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Estación Experimental de Cerro

Punta, Chiriquí. Panamá

rdcg31@hotmail.com / <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

Recibido: 12/09/2024

Aceptado:13/01/2025

DOI <https://doi.org/10.48204/3072-9629.6956>

Resumen

La cebolla (*Allium cepa* L.), es uno de los rubros estratégicos cultivados en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá. Si bien se han implementado acciones en materia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), en atención a las necesidades manifestadas en su momento por parte de los productores, es menester conocer de viva voz la demanda agrotecnológica actualizada. El objetivo del presente estudio fue levantar un diagnóstico rural participativo (DRP), con actores vinculados al rubro cebolla en Tierras Altas. El sitio de estudio correspondió a Bambito, Tierras Altas, Chiriquí. Se contó con la participación de un total de 80 personas, entre productores, técnicos, investigadores, vendedores de insumos agrícolas, entre otros. Se brindó una inducción a los participantes, explicando el motivo para realizar el DRP y se abrió un espacio para que se expresaran las necesidades más urgidas en materia de I+D+i. Según los resultados, en consenso los participantes mencionaron como limitantes que persisten en el cultivo de cebolla en Tierras Altas las siguientes: i) Patógenos como *Stemphylium pleospora herbarum* y *Pyrenochaeta terrestris*; ii) *Thrips tabaci* como principal plaga insectil; iii) Manejo del recurso hídrico frente al cambio climático; iv) Manejo agronómico recomendado por cultivares comerciales y por piso altitudinal; v) Control eficaz de malezas mediante herbicidas selectivos; vi) Mejora del manejo post cosecha; vii) Cultivares recomendados

por época de siembra y fotoperiodo. En conclusión, el DRP permitió identificar al menos siete aspectos relevantes a considerar en futuras propuestas de I+D+i para el cultivo de cebolla en Tierras Altas.

Palabras clave: *Cambio climático, desarrollo, innovación, limitantes, plaga.*

Abstract

Onion (*Allium cepa* L.) is one of the strategic crops grown in Tierras Altas, Chiriquí, Panama. Although actions have been implemented in terms of research, development and innovation (R&D&I), in response to the needs expressed at the time by farmers, it is necessary to know firsthand the updated agrotechnological demand. The aim of this study was to carry out a participatory rural appraisal (PRA), with actors linked to the onion sector in Tierras Altas. The study site corresponded to Bambito, Tierras Altas, Chiriquí. A total of 80 people participated, including farmers, technicians, researchers, agricultural input sellers, among others. An induction was given to the participants, explaining the reason for carrying out the PRA and a time space was opened for them to express the most urgent needs in terms of R&D&I. According to the results, in consensus the participants mentioned the following as limitations that persist in onion crop in Tierras Altas: i) Pathogens such as *Stemphylium pleospora herbarum* and *Pyrenochaeta terrestris*; ii) *Thrips tabaci* as the main insect pest; iii) Management of water resources in the face of climate change; iv) Agronomic management recommended for commercial cultivars and altitudinal floor; v) Effective weed control using selective herbicides; vi) Improvement of post-harvest management; vii) Recommended cultivars by planting time and photoperiod. In conclusion, the PRA made it possible to identify at least seven relevant aspects to consider in future R&D&I proposals for onion crop in the Highlands.

Keywords: *Climate change, development, innovation, limitations, pest.*

Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.), es uno de los principales cultivos estratégicos del sector hortícola en Panamá; contando a nivel nacional con una superficie sembrada de 943 ha aproximadamente y una producción total estimada en 557 660 qq (25,6 mil t); de la cual, el 68% se obtiene de la provincia de Chiriquí (MIDA, 2023). En cuanto al consumo nacional de este bulbo, se tienen unos 50 mil qq (2300 t) por mes (Lasso, 2024).

Mediante una caracterización de sistemas productivos de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, se identificaron dos tipos de productores, en función del área cultivada, nivel de instrucción y asistencia técnica recibida, con rendimientos variables entre menos de 20 y más de 50 t/ha (400 – 1000 qq/ha o más); siendo factores críticos a atender la variabilidad climática y las afectaciones por plagas y enfermedades (Marquínez et al., 2022).

Si bien se han implementado iniciativas de proyectos en materia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), relacionadas con el rubro cebolla para Tierras Altas, principal zona hortícola del país, aún predomina en muchos casos el manejo convencional, lo que refleja un estancamiento tecnológico (Herrera et al., 2021; IDIAP, 2022a). Por ello, es necesario actualizar información sobre la demanda agrotecnológica por parte de los productores. El objetivo del estudio fue desarrollar un diagnóstico rural participativo (DRP), con actores vinculados al rubro cebolla en Tierras Altas.

Metodología

La naturaleza del estudio es exploratoria, descriptiva, analítica y reflexiva. La población objetivo correspondió a productores dedicados al rubro cebolla en Chiriquí, los cuales son aproximadamente 120 personas (MIDA, 2023). Se seleccionó como lugar de reunión Bambito, distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí, Panamá (8°49'39" N 82°36'50" O, 1594 msnm). Se contó con un total de 80 participantes, entre productores (70, que representan más del 58% de la población objetivo), profesionales (5), vendedores de insumos agrícolas (3), entre otros (2).

Se brindó una inducción a los participantes (exposición oral), explicando el motivo para realizar el DRP y se abrió un espacio de discusión para que expresaran, mediante una lluvia de ideas (anotadas mediante una libreta), las necesidades en materia de I+D+i (Figura 1), que urgen ser atendidas mediante nuevas propuestas. Adicionalmente, se realizaron 10 entrevistas, para complementar la información del DRP, ordenándose las temáticas de interés en función de las más mencionadas por los agricultores. También se consultaron 47 referencias relacionadas con la temática (en su mayoría publicadas durante el último quinquenio), para la discusión y análisis.

Figura 1

DRP de cebolla en Bambito, Tierras Altas: A) Inducción; B) Participantes del DRP.



Fotos: K. Cedeño, J. Guerra y R. Collantes

Resultados

De acuerdo con los resultados, el DRP destacó la necesidad de fortalecer mediante agrotecnologías el manejo fitosanitario en el cultivo de cebolla en Tierras Altas, así como la optimización del recurso hídrico frente al cambio climático. En línea con el objetivo de estudio propuesto, sobre identificar demandas agrotecnológicas actualizadas, el DRP

permitió que los participantes, en consenso, señalaran como principales limitantes que persisten en el cultivo de cebolla las siguientes:

- **Patógenos como *Fusarium spp.*, *Stemphylium pleospora herbarum* y *Pyrenochaeta terrestris*.** Estos microorganismos limitantes del cultivo están ampliamente distribuidos en Tierras Altas, para lo cual es meritorio innovar en alternativas de manejo (M. Ortega y A. Rojas, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024).
- ***Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), como principal plaga insectil.** Lo manifestado por los productores es la necesidad de alternativas económicamente viables y ambientalmente responsables para el manejo del insecto, en especial durante la época seca (L. Jiménez, comunicación personal, 12 de septiembre de 2024).
- **Manejo del recurso hídrico frente al cambio climático.** La variabilidad climática impacta en los rendimientos, por lo que se requiere de alternativas para optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico, así como la protección del cultivo (J. Cruz, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024).
- **Manejo agronómico recomendado por cultivares comerciales y por piso altitudinal.** Este es otro aspecto a considerar, dado que, si bien existen en el mercado cultivares con potencial de lograr hasta más de 1700 qq/ha (80 t/ha, aproximadamente), mediante un manejo agronómico apropiado (IDIAP, 2024a), se necesita profundizar esfuerzos de I+D+i para brindar a los productores recomendaciones según piso altitudinal (K. Castro, comunicación personal, 12 de septiembre de 2024).

- **Control eficaz de malezas mediante herbicidas selectivos.** Esto representa un problema durante el desarrollo del cultivo en etapas iniciales, para lo cual es requerido identificar ingredientes activos que sean selectivos y no comprometan el cultivo de cebolla (F. Cruz, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024).
- **Mejora del manejo post cosecha.** Algunos productores, para vender la cebolla en ventanas comerciales más atractivas, no implementan prácticas apropiadas para el manejo post cosecha, lo que compromete la calidad final del producto; por lo que es necesario investigar y hacer docencia sobre otras alternativas de manejo (J. Guerra y K. Cedeño, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024).
- **Cultivares recomendados por época de siembra y fotoperiodo.** En función del fotoperiodo y altitud, por ejemplo, para días cortos se establece semillero entre agosto y diciembre, se trasplanta entre septiembre y enero y se cosecha entre diciembre y abril; teniéndose cultivares como Maragogi F1 (1500 – 2500 msnm), Itaparica F1 (1500-2500 msnm), Revolution F1 (1500 – 2500 msnm), Red Sensation F1 (0 – 2500 msnm) o Red Marvel F1 (0 – 2500 msnm) (R. Cruz, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024).

Discusión

Se optó por esta metodología del DRP, porque ha sido implementada con éxito en otros escenarios (Collantes, 2021; Collantes y Del Cid, 2022) y se pretende que sirva como orientación para futuras investigaciones, tanto las propuestas por el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), como por otras entidades en materia de I+D+i.

Respecto a especies patógenas limitantes del cultivo, han sido detectadas en los bulbos *Sclerotium cepivorum* y *Rhizoctonia solani*; en el follaje *Alternaria porri* y *Stemphylium pleospora herbarum*; en las raíces y suelo *Pyrenochaeta terrestris* y *Fusarium* spp. (IDIAP, 2021; 2022b). SENASICA (2018), refirió que, *R. solani* es capaz de afectar entre 80 y 100% de las plántulas, comprometiendo hasta un 30% del rendimiento final; mientras que, *S. cepivorum* resulta problemático en suelos con poca humedad (INTAGRI, 2017), lo que reafirma la necesidad de optimizar el manejo del recurso hídrico.

En cuanto a *A. porri*, causante de la mancha púrpura en las aliáceas, además de comprometer el rendimiento y calidad de dichos cultivos, genera toxinas (tentoxina, silvaticol y porritoxinol), que son perjudiciales para la salud de las personas (Kim et al., 2022). Por su parte, *S. p. herbarum* es capaz de comprometer el rendimiento de la cebolla hasta en un 90%, siendo una alternativa de manejo recomendable la utilización de microorganismos para inducir resistencia en las plantas (Ward, 2022).

En otras latitudes, *P. terrestris*, causante de la raíz rosada de la cebolla, ha ocasionado pérdidas de hasta un 50% del rendimiento esperado, siendo lo más común entre 10 y 25% para cultivares susceptibles (Woodhall et al., 2021); además de que, las plantas afectadas por *Fusarium* presentan muy poco desarrollo radicular (inclusive necrosis), asociada con anegamiento en campo (Sepúlveda, 2018).

Esto concuerda con lo expresado por los productores durante el DRP, sugiriéndose a futuro la evaluación de eficacia de control microbiológico con *Trichoderma* spp., las cuales han dado resultados empíricos promisorios en campo (J. Fuentes, comunicación personal, 11 de septiembre de 2024). Por otro lado, se determinó que algunas especies de *Trichoderma* tienen potencial de incrementar en un 30% el rendimiento esperado (Dutta et al., 2024).

Sobre los *Thrips*, la presencia de la plaga afectando follaje de cebolla en campo, en condiciones de Tierras Altas, varía entre 10 y 90%, dependiendo del manejo que se le pueda dar al cultivo (IDIAP, 2021); siendo una alternativa empleada por productores del área la aplicación de jabón potásico, lo cual es menos contaminante y sirve para el manejo de otras plagas como babosas y caracoles (Collantes et al., 2024c). Por otro lado, Barba y Atencio (2023), reportaron por primera vez para Panamá la presencia de *Caliothrips phaseoli* en el Arco Seco, pudiendo la plaga establecerse en otras áreas cultivadas con cebolla, como es el caso de las Tierras Altas de Chiriquí. Sumado a lo anterior, frente al cambio climático, la agresividad de estos insectos plaga puede aumentar, pero hay que estar conscientes sobre la gran incertidumbre relacionada con los estudios del impacto del cambio climático al momento de interpretar sus resultados (Bergant et al., 2006).

Otras plagas relevantes de cebolla son el gusano cortador *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) y el pulgón *Neotoxoptera formosana* Takahashi, 1921 (Hemiptera: Aphididae); sobre el primero, se investigó el manejo de la plaga, encontrándose que el ingrediente activo indoxacarb es eficaz (Lezcano y Hurtado, 2004; Lezcano et al., 2004; Pittí y Collantes, 2024); respecto a la segunda, este áfido es capaz de afectar tanto bulbos en post cosecha como plantas en campo, pudiendo ser vector de virus que afectan las aliáceas y otros cultivos (Collantes, 2023).

Además de las plagas, en estos agroecosistemas se encuentran otros artrópodos que aportan al control biológico natural, como los depredadores *Misumena vatia* (Araneae: Thomisidae) (Collantes et al., 2024a) y larvas de moscas Syrphidae (Diptera) (Collantes y Pittí, 2019) para el control de thrips, *Zelus* spp. (Hemiptera: Reduviidae) (Collantes et al. 2023) como depredador de insectos defoliadores (Chrysomelidae y larvas de

Lepidoptera), *Pelecinus polyturator* (Hymenoptera: Pelecinidae) como parasitoide de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) y *Cryptanura* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) como parasitoide de larvas de Cerambycidae (Coleoptera) (Collantes et al., 2024b), entre otros.

En lo concerniente al manejo del recurso hídrico y la fertilización frente al cambio climático, se ha demostrado que este último modificará drásticamente los requerimientos de agua para riego, lo que obliga a desarrollar alternativas que mejoren la eficiencia del uso del agua, desde el almacenamiento, distribución y uso *per se*; para lo cual es necesario que se involucren todos los actores como productores, administradores de agua, asociaciones de usuarios de agua y tomadores de decisiones (Gebremedhin et al., 2018).

Se evaluó alternativas de fertirriego, en campo abierto y en casa de vegetación, encontrándose en la segunda condiciones favorables para el desarrollo del cultivo (más de 55 t/ha), al no ser afectado por patógenos como sí ocurrió a campo abierto, además de que la respuesta a la fertiirrigación fue favorable (IDIAP, 2024b; Rellán et al., 2024); mientras que, el uso de fertilizantes orgánicos como el biol de gallinaza o el biol de microalgas, representan alternativas promisorias para complementar el plan de fertilización y obtener rendimiento comercial (Caballero et al., 2023).

Sumado a lo anterior, los biofertilizantes pueden contribuir también con mejorar la calidad de los bulbos (según la época de siembra y requerimientos del cultivar (Petrovic et al., 2020) y en el caso específico del uso de microalgas, se logra un incremento de la actividad metabólica en la planta de cebolla, como consecuencia de un mayor contenido de clorofila, carotenoides, aminoácidos, azúcares y una mayor actividad de la enzima nitrato reductasa en el follaje (Cordeiro et al., 2022).

Sin embargo, es necesario comprender la relación entre la adopción y el comportamiento de la búsqueda de información por parte de los productores, lo que podría ayudar a los responsables de formular políticas a centrarse en la difusión del conocimiento mediante programas de extensión y servicios de asesoramiento que faciliten un mejor uso de los biofertilizantes (Kassem et al., 2021).

Otros aspectos que considerar son el manejo de sombra y determinar el momento óptimo para trasplante y cosecha. Sobre el primero, se ha encontrado relación positiva entre el sombreado y el crecimiento y desarrollo de las plantas (Manea et al., 2022); sobre el segundo, en un escenario de cambio climático, determinar fechas óptimas de trasplante y cosecha puede ayudar a mejorar el rendimiento de los bulbos y otros atributos de calidad deseables (Islam et al., 2024).

En cuanto al manejo agronómico, se continúan estudiando los arreglos topológicos, siendo recomendables densidades de siembra entre 400 y 500 mil plantas por hectárea para un rendimiento óptimo (IDIAP, 2024b); el uso de bulbitos con diámetro entre 4,1 – 6 pulgadas (10,41 – 15,24 cm), como semilla alternativa permite alcanzar rendimientos de cebolla comercial de mayor tamaño (Lezcano et al., 2024b) y se evaluaron siete cultivares de cebolla comercial, tanto en Cerro Punta como en Boquete, encontrándose que el cultivar Aquarius rindió el mayor número de bulbos tamaño jumbo (10,89 bulbos/m²) y grande (17 bulbos/m²) (Lezcano et al., 2024a).

Si bien existen alternativas como la siembra directa con máquina, la mayoría de los productores de cebolla continúan realizando almácigos para trasplantar en parcelas altas; sobre lo cual Jeevitha et al. (2024), afirmaron que se logran mejores atributos tanto en el desarrollo vegetativo como en el rendimiento y calidad de los bulbos, mediante el trasplante al compararlo con otros métodos.

En lo referido a manejo de malezas, entre las especies más comunes se tienen *Sinapis arvensis* L. (Brassicales: Brassicaceae), *Cyperus rotundus* L. (Cyperales: Cyperaceae) y *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Caryophyllales: Amaranthaceae); para lo cual el uso de acolchado (cobertura plástica), conjuntamente con deshierbo manual, permitió lograr tamaños de bulbos superiores a los 8 cm (tamaños grande y jumbo), con un rendimiento cercano a las 40 t/ha (un incremento del 48% respecto al promedio nacional) (Pittí et al., 2024).

Sobre el manejo post cosecha, además de los servicios que ofrecen los Centros de Manejo Post Cosecha (Mercados Nacionales de la Cadena de Frío, 2024), un aspecto importante es la clasificación de bulbos por calibre; para lo cual, a fin de ahorrar tiempo en esta labor, se elaboró un prototipo de clasificador manual, desde tamaño no comercial hasta jumbo, basado en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 52-2017 (MICI, 2017), el cual tiene potencial de ser adoptado por productores del rubro (Collantes y Caballero, 2024).

Si bien durante el DRP los participantes mencionaron siete aspectos importantes, otro problema que están confrontando es la amenaza de contrabando de excedentes de cebolla procedente de Costa Rica; lo cual, además del riesgo fitosanitario que representa, puede impactar negativamente en la comercialización de los bulbos producidos en Panamá (Echeverría, 2024; TVN Noticias, 2024).

Por otro lado, afectaciones climáticas continúan comprometiendo el rendimiento del cultivo, por lo cual, para poder satisfacer la demanda nacional del bulbo, se aprobó la importación de 20 mil qq de cebolla (920 t, aproximadamente); siendo la provincia de

Chiriquí la de mayor área cultivada con 680 ha y un rendimiento promedio de 600 qq/ha (27,8 t/ha, aproximadamente) (Lasso, 2024).

No obstante, se debe tener presente que un aumento en las importaciones puede conllevar la disminución de productores dedicados al rubro, traducido a su vez una disminución de la producción nacional para poder satisfacer la demanda interna (Chang y Pile, 2020).

Es por ello que, resulta de vital importancia brindar continuidad a emprendimientos en materia de I+D+i, para fortalecer la base agrotecnológica nacional en rubros estratégicos para la seguridad alimentaria y nutricional, como es el caso de la cebolla. Gracias al proyecto desarrollado en Tierras Altas por IDIAP (2022a), se contribuyó con el desarrollo sostenible e implementación de alternativas agrotecnológicas eficientes tanto en el control de plagas como en la optimización del recurso hídrico; dejando de manifiesto que los productores tienen el poder de decidir cómo desarrollar su agricultura.

Conclusiones

Del presente estudio se concluye que, el DRP permitió identificar por lo menos siete limitantes relevantes a ser consideradas en futuras propuestas de I+D+i para el cultivo de cebolla en Tierras Altas. Dada la importancia estratégica de este rubro, en materia de seguridad alimentaria y nutricional, así como su impacto socioeconómico en el país, es necesario continuar sumando esfuerzos mediante nuevas iniciativas, que se orienten a atender los desafíos que persisten en estos agroecosistemas productivos, en aras de la sostenibilidad de estos.

Referencias Bibliográficas

- Barba, A. y Atencio, R. (2023). Report of *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae: Panchaethripinae) in onion in Panama. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 533-539. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53399>
- Bergant, K., Bogataj, L. K. y Trdan, S. (2006). Uncertainties in modelling of climate change impact in future: An example of onion thrips (*Thrips Tabaci* Lindeman) in Slovenia. *Ecological Modelling*, 194(1-3), 244-255. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.10.019>
- Caballero, M., Collantes, R. y Castro, K. (2023). Fertilizantes orgánicos alternativos para el cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, Panamá. *Peruvian Agricultural Research*, 5(1). <https://doi.org/10.51431/par.v1i1.816>
- Chang, A. y Pile, E. (2020). La importación de cebolla y su relación con la producción nacional: 2000 – 2016. *Revista Semilla Del Este*, 1(1), 1-8. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/2018
- Collantes, R. (2021). Diagnóstico rural participativo en las comunidades Emberá de Marragantí y Villa Caleta, Panamá. *Revista Semilla Del Este*, 1(2), 25-31. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/2120
- Collantes, R. (2023). Pulgón de la cebolla, *Neotoxoptera formosana* Takahashi, 1921 (Hemiptera: Aphididae), en Cerro Punta, Chiriquí. *Ciencia Agropecuaria*, (37), 204-213. <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/623>
- Collantes, R. y Caballero, M. (2024). Diseño del Proceso de un Prototipo Clasificador Manual por Calibre para Cosecha de Cebolla. *REICIT*, 4(1), 124-133. <http://dx.doi.org/10.48204/reict.v4n1.5385>

- Collantes, R. y Del Cid, R. (2022). Diagnóstico participativo de la apicultura en Panamá. *Peruvian Agricultural Research*, 4(2), 87-92. <http://dx.doi.org/10.51431/par.v4i2.796>
- Collantes, R., Garrido, A. y Díaz, D. (2024a). New record of *Misumena vatia* (Clerck, 1757) (Araneae: Thomisidae) in Cerro Punta – Chiriquí, Panama. *Mesoamericana*, 26(2).
- Collantes, R. y Pittí, J. (2019). Insectos asociados al aguaymanto en Cerro Punta, Chiriquí- Panamá. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 147-160. <http://dx.doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.638>
- Collantes, R., Pittí, J., Del Cid, R., Santos-Murgas, A., Atencio, R. y Lezcano, J. (2024b). Comunidad de Hymenoptera asociados a agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (39), 29-44. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/649>
- Collantes, R., Pittí, J., Santos-Murgas, A. y Atencio, R. (2024c). Manejo Integrado de Gasterópodos en Cultivos Hortícolas en Cerro Punta, Panamá. *REICIT*, 4(1), 105-123. <https://doi.org/10.48204/reict.v4n1.5382>
- Collantes, R., Santos-Murgas, A., Pittí, J., Atencio, R. y Jerkovic, M. (2023). Vegetación asociada al género *Zelus* Fabricius, 1803 (Hemiptera: Reduviidae) en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (36), 24-36. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/603>
- Cordeiro, E. C. N., Mógor, Á. F., de Oliveira Amatussi, J., Mógor, G., de Lara, G. B. y Marques, H. M. C. Microalga Biofertilizer Triggers Metabolic Changes Improving Onion Growth and Yield. *Horticulturae*, 8(3), 223. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae8030223>

Dutta, R., Kumar, S., Jayalakshmi, K., Radhakrishna, A., Bhagat, K., Manjunatha Gowda, D. C., Karuppaiah, V, Bhandari, H. R., Bomble, R., Gurav, V., Mahajan, V. y Singh, M. (2024). Potential of *Trichoderma* strains to positively modulate plant growth processes and bulb yield in Rabi onion. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1427303. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2024.1427303>

Echeverría, M. V. (2024). Productores de Tierras Altas en alerta por contrabando de cebolla desde Costa Rica. *El Siglo*.

<https://elsiglo.com.pa/panama/nacionales/productores-de-tierras-altas-en-alerta-por-contrabando-de-cebolla-desde-costa-rica-NF8502708>

Gebremedhin, A., Shiferaw, H., Zenebe, A., Gebresamuel, G., Habtu, S. y Gebretsadkan, T. (2018). The impact of climate change on irrigation water requirement of maize and onion: the case of Gum-Selasa small scale irrigation scheme, Tigray, Ethiopia. *Journal of the Drylands*, 8(1), 729-740.

https://www.researchgate.net/publication/328968024_The_impact_of_climate_change_on_irrigation_water_requirement_of_maize_and_onion_the_case_of_gum-selasa_small_scale_Irrigation_scheme_Tigray_Ethiopia

Herrera, R., Collantes, R., Caballero, M. y Pittí, J. (2021). Caracterización de fincas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 200-209. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.329>

IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2021). Memoria Anual 2020. <http://www.idiap.gob.pa/download/memoria-anual-2020/?wpdmdl=5287>

IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2022a). Investigación e innovación en el manejo del cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí. Iniciativas y Proyectos.

https://proyectos.idiap.gob.pa/proyectos/Investigacion_e_innovacion_en_el_manejo_del_cultivo_de_cebolla_en_Tierras_Altas_Chiriqui/es

- IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2022b). Memoria Anual IDIAP-2021. <http://www.idiap.gob.pa/download/memoria-anual-2021/?wpdmdl=5960>
- IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2024a). IDIAP VISIÓN | Temporada 3 - Capítulo 5. IDIAP PA. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ilqMwQgyweo>
- IDIAP (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá). (2024b). Memoria Anual 2023. <http://www.idiap.gob.pa/download/memoria-anual-2023/?wpdmdl=7065>
- INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura). (2017). *Pudrición Blanca (Sclerotium cepivorum) en el Cultivo de Cebolla*. Serie Hortalizas Núm. 12. Artículos Técnicos de Intagri. México. 4 p. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/pudricion-blanca-sclerotium-cepivorum-en-el-cultivo-de-cebolla>
- Islam, M. R., Rahman, M. A., Fahim, A. H. F., Alam, M. A., Saif, H. B., Hasan, S. y Obaidullah, A. J. M. (2024). Effect of Transplanting Date and Harvesting Period on Bulb Production of Winter Onion (*Allium cepa* L.). *Asian Plant Research Journal*, 12(2), 38-49. <https://doi.org/10.9734/aprj/2024/v12i2247>
- Jeevitha, D., Chimmalagi, U., Adishesha, K., Hosamani, G. B., Vinay, T. V. y Dharmatti, P.R. (2024). Influence of Planting Methods on Growth, Yield and Storage of Onion (*Allium cepa* L.) var. Bhima Shakti. *Indian Journal of Agricultural Research*. <http://dx.doi.org/10.18805/IJARE.A-6217>
- Kassem, H. S., Alotaibi, B. A., Aldosri, F. O. y Muddassir, M. (2021). Exploring the Relationship between Information-Seeking Behavior and Adoption of Biofertilizers among Onion Farmers. *Agronomy*, 11(6),1258. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11061258>
- Kim, M. Y., Han, J. W., Dang, Q. L., Kim, J. C., Kim, H. y Choi, G. J. (2022). Characterization of *Alternaria porri* causing onion purple blotch and its antifungal

- compound magnolol identified from *Caryodaphnopsis baviensis*. *PloS one*, 17(1), e0262836. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262836>
- Lasso, M. (2024). Cadena Agroalimentaria de Papa y Cebolla aprueba importación de 20 mil quintales de cebolla. *La Estrella de Panamá*.
<https://www.laestrella.com.pa/economia/cadena-agroalimentaria-de-papa-y-cebolla-aprueba-importacion-de-20-mil-quintales-de-cebolla-AB8131288>
- Lezcano, J., Bernal, J. y Hurtado, M. (2004). Eficacia biológica de insecticidas sobre larvas de gusanos cortadores *Agrotis ipsilon* (Lepidóptera: Noctuidae) en papa (*Solanum tuberosum*) en Cerro Punta, Bugaba. 2003. *Ciencia Agropecuaria*, (16), 97-108. <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/228>
- Lezcano, J., Gordón, R. y Collantes, R. (2024a). Evaluación de cultivares de cebolla según genotipo ambiente para Tierras Altas. [Ponencia, 6° Congreso Científico IDIAP].
- Lezcano, J., Gordón, R. y Collantes, R. (2024b). Producción de cebolla a través de la técnica de bulbos. [Póster, 6° Congreso Científico IDIAP].
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36324.59527>
- Lezcano, J. y Hurtado, M. (2004). Susceptibilidad de gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*) (Lepidoptera: Noctuidae) a dosis de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos en Cerro Punta, provincia de Chiriquí. Panamá. 2003. *Ciencia Agropecuaria*, (15), 37-54. <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/210>
- Manea, V., Burnichi, F., Toma, D., Mirea, E., Toader, A., Staicu, B., Dorogan, A. y Sarbu, T. (2022). Vegetable culture vs. climate change Innovative solutions Part 2. Research on the influence of shadow with different textile materials of Rubiniu onion plants (*Allium Cepa*). *Industria textilă*, 73(3), 339-344.
<http://dx.doi.org/10.35530/IT.073.03.202121>

- Marquínez, L., Gutiérrez, J., Gordón, R., Collantes, R. Pittí, A. y Martínez, M. (2022). Caracterización de los sistemas de producción de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí. [Póster, II Simposio Científico CINAP]. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13986.09929>
- Mercados Nacionales de la Cadena de Frío. (2024). Inicio. <https://www.cadenadefrio.com.pa>
- MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). (2017). Resolución N° 03 (de viernes 20 de enero de 2017), por la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 52-2017 Tecnología de los alimentos. Frutas, hortalizas y productos derivados en general. Cebolla. Requisitos de calidad, incluido el Anexo A. Gaceta Oficial, (28213). https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28213/GacetaNo_28213_20170207.pdf
- MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá). (2023). Cierre Agrícola 2022-2023. Dirección de Agricultura, Unidad de Planificación. <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2023/09/Cierre-Agricola-2022-2023.pdf>
- Petrovic, B., Šekara, A. y Pokluda, R. (2020). Biofertilizers Enhance Quality of Onion. *Agronomy* 10(12), 1937. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10121937>
- Pittí, J. y Collantes, R. (2024). Género *Agrotis* Ochsenheimer, 1816 (Lepidoptera: Noctuidae) y su importancia como plagas de cultivos hortícolas. *Ciencia Agropecuaria*, (39), 206-226. <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/658>
- Pittí, J., Collantes, R., Mora, M. y Muñoz, J. (2024). Alternativas eficientes para el manejo de malezas de cebolla en Tierras Altas. [Póster, 6° Congreso Científico IDIAP]. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12836.49283>
- Rellán, A., Collantes, R., Vinda, L. y Lezcano Ibarra, J. (2024). Evaluación de dos variedades de cebolla aplicando dos niveles de fertirriego en diferentes

- condiciones. [Póster, 6° Congreso Científico IDIAP 2024].
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31710.86082>
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, México). (2018). *Pudrición de la raíz*. Ficha Técnica. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600968/Pudricion_de_la_raiz.pdf
- Sepúlveda, P. (2018). *Fusariosis en cebolla*. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Ficha Técnica No. 18, INIA – Chile.
<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d4d614c5-c33e-46d3-b065-f78420b06d47/content>
- TVN Noticias. (2024). Alertan de posible contrabando de cebolla en la frontera con Costa Rica. https://www.tvn-2.com/nacionales/contrabando-de-cebolla-en-tierras-altas-costa-rica-produccion-de-cebolla-en-panama_1_2156080.html
- Ward, J. (2022). *Stemphylium*. Biblioteca de mohos, Mold Busters.
<https://library.bustmold.com/stemphylium/>
- Woodhall, J., Murdock, M., Beck, K. y Thornton, M. (2021). *Enfermedad de la raíz rosada de la cebolla: biología y control*. University of Idaho, Estados Unidos de América.
<https://www.uidaho.edu/extension/publications/bul/bul1000>

Agradecimientos

Al Ing. Rogelio Cruz (Bejo), por el apoyo brindado para el desarrollo de este estudio. A todos los participantes del DRP, en especial a los productores Manuel Ortega, José Fuentes, Julio Cruz, Faustino Cruz, Alejandro Rojas y Lorenzo Jiménez. A los Licenciados José Guerra y Keisy Cedeño (BDA), por el apoyo fotográfico y por las

inquietudes manifestadas en materia de manejo post cosecha. A la Ing. Karina Castro y al Agrónomo Jorge Muñoz (IDIAP), por atender las consultas realizadas. Al Dr. Anovel Barba (IDIAP / SNI-SENACYT), por las sugerencias brindadas para la mejora del presente documento. Al IDIAP, por todo el apoyo brindado, en especial al equipo técnico del Proyecto de Investigación e Innovación en el manejo del cultivo de cebolla en Tierras Altas, Chiriquí, del cual el autor es Gerente. A la memoria del Ing. Melquiades Rojas (GORACE), productor y colaborador de las iniciativas implementadas por IDIAP en Tierras Altas.