

**RESULTADOS EN LA SIEMBRA DEL AJÍ (*CAPSICUM ANNUUM*)
BAJO SISTEMAS BIOINTENSIVO Y CONVENCIONAL EN BARRANCA,
LA VEGA, REPÚBLICA DOMINICANA (2022): EN BUSCA
DE UNA OPCIÓN SUSTENTABLE**

*Results in the sowing of chili (Capsicum annuum) under biointensive
and conventional systems in Barranca, La Vega, Dominican Republic
(2022): in search of a sustainable option*

IRENE VÁSQUEZ^a, EDWIN DE LA CRUZ^b, RAFAEL EMILI CRUZ SOLÍS^c
Y JUAN SANTOS^d

Recibido: 16/5/2022 • Aprobado: 16/6/2022

Cómo citar: Vásquez, I., de la Cruz, E., Cruz Solís, R. E., & Santos, J. (2022). Resultados en la siembra del ají (*Capsicum annuum*) bajo sistemas biointensivo y convencional en Barranca, La Vega, República Dominicana (2022): en busca de una opción sustentable. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 5(1), 39–76. <https://doi.org/10.22206/cyap.2022.v5i1.pp39-76>

Resumen

En la búsqueda de alternativas de producción del cultivo de ajíes que contribuyan con la mitigación de los efectos del cambio climático, se llevó a cabo un estudio titulado Resultados en la siembra del ají (Capsicum annuum), bajo dos sistemas (Biointensivo vs. el Convencional), Barranca, La Vega, República Dominicana, 2022: en busca de una opción sustentable. La hipótesis a probar es que “los resultados obtenidos en la siembra de ajíes utilizando dos sistemas presentan diferencias estadísticas significativas”. Para esto se llevó a cabo un ensayo que consistió en un experimento con dos tratamientos y seis repeticiones, lo que permitió disponer de 12 unidades experimentales, donde cada unidad tenía 16 plantas, para un total de 192 muestras. La especie sembrada fue ají cubanela, variedad Golden fl1, con un área de siembra de

^a Investigadora, Universidad Católica del Cibao (UCATECI). La Vega, República Dominicana. ORCID: 0000-0003-0054-2806, Correo-e: ivasquez@ucateci.edu.do

^b Universidad Católica del Cibao (UCATECI). Correo-e-e: 20180306@miuctaeci.edu.do

^c Universidad Católica del Cibao (UCATECI). Correo-e: 20180889@miucateci.edu.do

^d Universidad Católica del Cibao (UCATECI). Correo-e: juand.santos@ucateci.edu.do



171.36 m². La muestra general fue de cuatro (4) plantas por unidad experimental, para un total de 48. Los resultados evidencian la no existencia de diferencias estadísticas significativas en las distintas variables relacionadas con el rendimiento promedio (cantidad y peso de los frutos), en tanto que las variables relacionadas con el desarrollo (longitud de los ajíes, longitud de las raíces y longitud de las plantas) no muestran diferencias estadísticas significativas, excepto en el caso del diámetro de los ajíes, con un 25 % a favor del biointensivo. Se registraron diferencias tanto en los costos como en los ingresos, a favor del método biointensivo.

Palabras clave: sistema; siembra; biointensivo; convencional; rendimiento; desarrollo.

Abstract

Seeking to find alternatives for the production of crops that contribute to the mitigation of the effects of climate change, a study was carried out entitled "Results in the siembra del Ají (Capsicum annuum), Lower Systems (Biointensive vs. Conventional) Barranca, La Vega, Dominican Republic, 2022: in search of a sustainable option". The hypothesis to be tested is that "the results obtained in the sowing of peppers using the systems present significant statistical differences". For this, a test was carried out that consisted of an experiment with two treatments and six repetitions, which allowed to have 12 experimental units where each unit had 16 plants for a total of 192 samples. The seeded species was the Cuban one, a Golden variety with a planting area of 171.36 m². The general sample consisted of 4 plants per experimental unit for a total of 48. The results show the existence of significant statistical differences in the variables related to the average yield (number and weight of fruits), while the variables related to development (pepper length, root length, and plant length) do not show statistically significant differences, except in the case of the diameter of the branches, with a 25 % in favor of bio-intensive. There were differences in both costs and income in favor of the biointensive method.

Keywords: system; planting; biointensive; conventional; yield; development.

1. Introducción

La agricultura sustentable, según establecen Almoguera y De la Garza (2017), es una de las técnicas con sentido ecológico que logra que se combine de la mejor manera posible las formas de producir alimentos, y que así se pueda obtener una dieta que sea completa y a la vez nutritiva. Para que esto se implemente es necesario una gestión que sea sostenible en la fertilidad de los suelos, entre otros elementos.

Sin embargo, esto no siempre se ha podido lograr, debido a que se ha utilizado métodos de siembra que no lo garantizan. La situación ha provocado que, con el paso de los años, el sector agrícola haya buscado implementar nuevas estrategias de trabajo que los ha llevado al uso de nuevas tecnologías para poder suplir los alimentos necesarios para sustentar la población. Todo esto ocurre por el crecimiento poblacional y el límite de tierra, donde se requiere invertir unas diez calorías del combustible denominado fósil cuando se desea obtener una de alimento. Se cuenta con datos que establecen que el agua disponible ha disminuido, que ha ocurrido una baja en la base genética en más de un 95 % de las variedades que se han perdido y una disminución de la calidad nutricional de los seres humanos en los últimos tiempos (Almoguera & De la Garza, 2017).

En esta oportunidad, se trata de un estudio comparativo de dos modelos de sistemas de producción para el cultivo del ají: el convencional y el biointensivo. En el caso del sistema biointensivo, este nació de la necesidad de buscar alternativas de producción sustentables que puedan ser una opción para disminuir los efectos que ocasiona hoy día la agricultura convencional a los suelos y al clima, con las consecuencias que esto trae a la salud de los seres humanos y que, a la vez, garantice los rendimientos de los cultivos.

En la actualidad, la producción de ajíes en la República Dominicana y, de manera particular, en la zona de Barranca, La Vega, se realiza de manera convencional, lo que permite que se obtengan ciertos niveles de rendimiento aceptados por los productores. Esto pudo ser corroborado de manera directa por ellos mismos, pues de acuerdo a la información suministrada se siembran entre 5 y 20 hectáreas de ajíes, con

rendimientos entre 100 y 200 kg. La agricultura convencional tiene como objetivo básico, responder a la demanda del mercado de manera oportuna, por eso se enfoca en lograr productividad, haciendo uso de semillas mejoradas, equipos agrícolas, productos que fertilizan los suelos y las plantas, que se fabrican a partir de otros que se consideran externos, además usan diferentes métodos de control de plagas insectiles y enfermedades (Alltech, 2021).

En la agricultura convencional, los productores buscan obtener resultados rápidos, sin importar las implicaciones que esto puede traer a los suelos y el entorno de la plantación. Como consecuencia, se destruye la flora y fauna, se disminuyen los organismos del suelo y se esterilizan de forma significativa. Según describe Uribe (2009), el haber usado este tipo de proceso en la agricultura de tipo convencional ha ocasionado diversidad de problemas ambientales a la humanidad.

En los últimos tiempos, los productores agrícolas se han orientado a la búsqueda de alternativas que disminuyan los efectos en el ambiente, sin dejar de satisfacer a los consumidores que demandan alimentos. Es aquí donde la agricultura biointensiva ha jugado un papel importante en el contexto de la producción agrícola, pues ha sido una opción viable para los que buscan producir sin afectar el ambiente; esta permite usar mejor el espacio disponible, bajar costos, hacer un mejor uso del agua y mantener o aumentar los rendimientos por unidad de área. Este tipo de agricultura se basa en el aprovechamiento de los recursos disponibles en la naturaleza (Uribe, 2009).

Ante esta realidad, se consideró pertinente la realización del estudio para comparar los dos sistemas en un contexto particular; de este modo, se buscó dar respuesta a: ¿cuál es la diferencia en rendimientos que se puede obtener en el cultivo del ají (*Capsicum annuum*) utilizando dos sistemas de producción?, ¿cuál será el rendimiento del cultivo de ají utilizando el sistema de siembra biointensiva?, ¿cuál será el rendimiento del cultivo de ají utilizando el sistema de siembra convencional?, ¿cómo será el desarrollo del cultivo de ají bajo el sistema convencional y el sistema biointensivo en la comunidad de Barranca, La Vega?, ¿cuál será el costo

de producción de la variedad sembrada de ají en el sistema convencional versus el biointensivo?, ¿cuál es la relación de costos e ingresos en ambos tratamientos para la producción de ajíes?, ¿cuál sistema dará mejores resultados en base a rendimientos, desarrollo, costo de producción?

La hipótesis de investigación buscaba probar que los resultados obtenidos en rendimiento y desarrollo del cultivo de ají utilizando dos sistemas de siembra (biointensivo y convencional) presentan diferencias estadísticas significativas. En tanto que en la hipótesis nula se estableció todo lo contrario.

Esta investigación se justifica desde la perspectiva de orientar a los productores sobre cómo producir, sin alterar el suelo, a través del uso del Sistema Biointensivo. Este método de siembra busca un aumento de los organismos de suelo, del rendimiento del cultivo, a la vez que proporciona productos saludables y disminuye los efectos en el ambiente y en la salud humana. El punto de partida de esta investigación fue la observación del uso intensivo de agroquímicos sintéticos para la fertilización y el control de plagas y enfermedades en el cultivo de ají, lo cual no es adecuado, dada las tendencias de consumo de alimentos inocuos libre de químicos y el correspondiente daño al ambiente y su contribución al cambio climático. La producción convencional de solanácea, como es el caso del ají (*Capsicum annuum*), requiere de un alto nivel nutricional, debido al agotamiento de los nutrientes disponibles en el suelo que son provistos por los organismos de suelo y demás componentes, lo que lleva al uso intensivo de productos artificiales e industriales para el control de plagas y enfermedades que afectan el crecimiento, el desarrollo y la reproducción del cultivo. De esta manera, surgió la necesidad de llevar a cabo el experimento comparativo de siembra del ají bajo los dos sistemas y poder verificar si había o no diferencias en el desarrollo y en el rendimiento del cultivo.

En la búsqueda de trabajos relacionados con el tema se ha encontrado el realizado por Simón et al. (2020), con el título *Avanzando en la seguridad alimentaria mediante propuestas tecnológicas agroecológicas: la aplicación del método biointensivo en el corredor seco de Nicaragua*. Este se desarrolló como una opción para buscar soluciones a la producción de alimento ante los

problemas de inseguridad alimentaria que sufre Nicaragua. Esto ocurre porque el método de siembra biointensivo demanda poca tierra y mucho trabajo. Los resultados mostraron mejoras en la alimentación de las comunidades aledañas al proyecto y fortalecimiento de capacidades para el afrontamiento de la pobreza.

En el trabajo realizado en Brasil, dirigido por Silva (2020), *Prácticas agroecológicas en Portugal: Escalas, Intensidades, Mitigación y Adaptación*, se encontró que los productores implementan métodos de producción como el sistema biointensivo, donde logran ajustar la producción con el resguardo y el perfeccionamiento de los ecosistemas existentes, a la vez que logran dignificación de las personas. Este se enmarca en trabajos de agroecología desarrollados en este país.

Haciendo una revisión de la literatura relacionada con el tema, se ha encontrado que la agricultura sustentable se asocia con aquellas actividades de carácter agrícola, pecuaria y silvícola que se fundamentan en producir rubros que tengan la posibilidad de conservar su productividad y rentabilidad. Esta se puede lograr creando mejoras en sus colectividades en el largo plazo, consumando las exigencias de proporcionar apropiadamente alimentos de calidad a precios razonables y al mismo tiempo originar ambientes vigorosos que apoyen la misión de hacer sostenible la tierra, el agua y los recursos naturales. Esta agricultura se basa en tres principios que fueron planteados por Rizo (2018): “diversificación de cultivos, movimiento mínimo del suelo y cobertura permanente del suelo. Si no se practica de manera sustentable, la agricultura puede afectar al medio ambiente, producir gases de efecto invernadero y contribuir al cambio climático” (párr. 5).

Todos los modelos de agricultura sostenible que se han desarrollado, como la producción integrada, la ecológica, la permacultura y la biodinámica, tienen el mismo fin, que es poder trabajar la tierra y que al mismo tiempo se puedan conservar los ecosistemas existentes de manera natural. Estos modelos han nacido por el impacto ambiental que ha generado la forma de producción tradicional (convencional) (Earthen Observing System, 2020).

En cambio, la agricultura convencional ha tenido sus fundamentos en el trabajo del suelo. Ha sido usada por los humanos desde sus inicios. En la concepción moderna, se asienta en la búsqueda de la eficiencia para obtener una alta productividad en los cultivos; sin embargo, el haber potencializado su uso ha mostrado ser insostenible en el tiempo. Este tipo de agricultura busca alcanzar permanencia en el tiempo y el máximo rendimiento (Franquesa, 2016).

En lo que se refiere a la siembra bajo el método biointensivo, constituido en una opción sostenible, nació en los albores del año 1971, desarrollado por el Doctor John Jeavons, quien lo definió como aquel “método de cultivo intensivo con principios ecológicos, sin agroquímicos y maquinarias agrícolas” (párr. 5). En este método se siembra de manera orgánica, a través del uso de materiales orgánicos, donde se aprovecha todo aquello existente en el entorno que se pueda descomponer y que al aplicarlo permite disponer de nutrientes en el suelo, lo que hace que sea un modelo de producción mejorado, pues permite obtener productos de una calidad superior (Jeavon, 1982). El modelo ha sido adoptado por diversos países a nivel mundial y se caracteriza por no utilizar insumos fuera del ambiente, y garantiza una mayor producción en espacios más pequeños. Asimismo, hace uso del modelo de agricultura biodinámica y siembra intensiva, donde son aprovechables todos los recursos naturales al alcance del productor. Permite un uso eficiente del agua, además de un mayor rendimiento por unidad de área plantada (encolombia.com, 2022).

Por su parte, la agricultura convencional es un método de producción de cultivos de tipo artificial basado en el uso de determinados insumos considerados externos, que se obtienen de recursos no renovables, dentro de los cuales se destacan: los abonos sintéticos, todo tipo de pesticidas y la energía de origen fósil. Estos tienen la particularidad de alejar o matar los microorganismos de suelo, afectando la fauna microbiana tan importante en los suelos, lo que puede llevar a su esterilización. La agricultura convencional se basa en trabajar el suelo para descubrir en él los nutrientes y que puedan ser aprovechados por las plantas. Este tipo de agricultura, fundamentado en la labranza de la tierra, se ha visto a través del tiempo como una forma clave a la hora de producir rubros agrícolas.

Entre las prácticas comunes en este tipo de siembra está el arado, el rastreo y la quema de residuos (Franquesa, 2016).

Según establece Jeavons (citado por ecoportal.net, 2008):

por cada kilogramo de alimento producido en los EE.UU., se pierden 6 kilogramos de suelo por la erosión del agua y del viento debido a las prácticas agrícolas usadas. El dato para los países en vías de desarrollo es peor, pues se generan 12 kilos de suelo perdido por cada kilo de alimento producido. Hemos perdido ya tres cuartas partes de nuestro suelo cultivable debido a la erosión y si seguimos así, calcula Jeavons, dentro de los próximos 50 y tantos años ¡es probable que se agote por completo el suelo cultivable en el mundo. (párr. 2).

2. Metodología

Esta investigación fue llevada a cabo en la República Dominicana, en la provincia La Vega, en el paraje Don Juan Rodríguez, Barranca. La investigación fue implementada en el período octubre de 2021-enero de 2022, para un total de 100 días. En esta se utilizó el enfoque cuantitativo, que implicó el uso de herramientas estadísticas y matemáticas con el propósito de cuantificar las variables en estudio. Fue una investigación básica que buscaba conocer con cuál de los dos métodos de siembra (biointensivo vs. convencional) se podía obtener mejor desarrollo y rendimiento por unidad de área, al sembrar ajíes cubanela. Fue una investigación de campo, porque se creó un ambiente artificial para realizar la investigación, que fue el experimento. Se considera explicativa, porque buscaba medir variables efecto (desarrollo, rendimiento, producción etc.) a partir del uso de dos sistemas de siembra (biointensivo y convencional), que sería la causa o variable independiente. Según la planificación del investigador, es prospectiva, que implica la obtención de resultados primarios fruto de la investigación. Se utilizó un diseño al azar con dos sistemas de siembra (biointensivo y el convencional) y seis repeticiones, y la variedad utilizada fue la *Golden F1*. Cada unidad experimental tenía 16 plantas, para un total de 192; al eliminar el efecto de borde, quedaron cuatro (4) plantas por unidad experimental a evaluar.

En el área experimental se usó un marco de plantación de 0.60 m entre columna y 0.80 m entre hilera o fila, donde el tamaño de cada parcela experimental era de $3.20 \text{ m} \times 2.40 \text{ m} = 7.68 \text{ m}^2$. De esta manera, el área total de experimentación fue de $10.20 \text{ m} \times 16.8 \text{ m} = 171.36 \text{ m}^2$. En lo relacionado con el proceso de observación, se midieron en campo: altura de las plantas en cm, número de fruto por tratamiento, longitud de fruto por tratamiento en cm, diámetro del fruto por tratamiento en cm, peso del fruto por tratamiento en libra, longitud de la raíz por tratamiento en cm.

3. Resultados de la investigación

En este capítulo se presentan los resultados del trabajo de campo realizado, que consistió en un ensayo sobre producción de ajíes en la comunidad de Barranca, La Vega, en República Dominicana. En este se compararon dos sistemas de producción, el biointensivo y el convencional, donde se buscaba establecer si había diferencias estadísticas significativas en los resultados del desarrollo de la planta y del rendimiento obtenido, utilizando ambos sistemas. Esto implicó analizar las diferentes variables contempladas en las preguntas de investigación:

Variables relacionadas con el rendimiento del cultivo en ambos sistemas (biointensivo y convencional)

Para medir el rendimiento se utilizaron dos parámetros:

- La cantidad de ajíes en unidades cosechadas en ambos sistemas
- El peso de los ajíes cosechados en ambos sistemas

Variable 1. Cantidad de frutos por mediciones y tratamientos

La tabla 1 muestra los resultados de las mediciones del número de fruto por tratamientos; se hicieron mediciones en tres momentos, lo que permitió contabilizar la cantidad de ajíes cosechados en el período que duró el experimento, que fueron 100 días, desde la siembra hasta la cosecha final. Al contabilizar la cantidad de ajíes por sistemas de producción, se obtuvo un total de 335 unidades en el sistema biointensivo, y de 316 en el caso del sistema convencional, para una diferencia general de 19 unidades (6.01 %), a favor del sistema biointensivo.

Tabla 1
Resultados de las mediciones de campo sobre la cantidad de frutos por tratamientos

Mediciones	Tratamientos	Repeticiones						Total	Promedio
		1	2	3	4	5	6		
Medición 1	Biointensivo	8	10	15	12	10	16	71	11.83
Medición 1	Convencional	12	12	11	13	4	15	67	11.17
Medición 2	Biointensivo	18	23	25	31	31	28	156	26.00
Medición 2	Convencional	24	32	24	24	24	25	153	25.50
Medición 3	Biointensivo	13	18	22	19	16	20	108	18.00
Medición 3	Convencional	14	22	11	16	15	18	96	16.00
Total, general	Biointensivo							335	55.83
Total, general	Convencional							316	52.67

Prueba de hipótesis de las variables en estudio

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimientos (aleatoriedad, homogeneidad de varianzas y normalidad de los datos en todos los casos).

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Cantidad de Frutos

Para efectuar la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (véase Apéndice A).

Análisis de varianza de Cantidad de Frutos

Se buscaba probar la hipótesis de que la cantidad de frutos era diferente utilizando dos sistemas de producción (biointensivo vs. convencional) en el cultivo del ají. Los resultados del análisis de varianza mostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos utilizados, pues se obtuvo un p-valor de 0.368, que es mayor que el p-valor crítico (0.05), lo que implica que se prueba la hipótesis nula de no diferencia en los resultados (véase tabla 2).

Tabla 2
Análisis de varianza de la cantidad de frutos de ajíes cosechados bajo dos sistemas (biointensivo y convencional)

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	1	10.03	0.60%	10.03	10.028	0.85	0.368
Error	22	260.94	15.60%	260.94	11.861		
Falta de ajuste	4	32.44	1.94%	32.44	8.111	0.64	0.641
Error puro	18	228.50	13.66%	228.50	12.694		
Total	35	1672.75	100.00%				

Nota. GL= Grado de libertad, SC=Suma de cuadrado, MC= cuadrado de la media.

Variable 2. Peso de los frutos por mediciones y por tratamiento

La tabla 3 muestra los resultados de las mediciones del peso de los ajíes cosechados por mediciones y tratamientos. Como se puede observar, se hicieron mediciones en tres momentos, lo que permitió contabilizar el peso total y promedio de los ajíes cosechados en el período que duró el experimento, que fueron 100 días, desde la siembra hasta la cosecha final. Se encontró que los ajíes producidos bajo el sistema biointensivo, a nivel general, sobrepasaron a los ajíes producidos bajo el sistema convencional en un 5.62 %, en tanto que en el rendimiento promedio del peso de los ajíes la diferencia fue de 5.59 %.

Tabla 3
Peso de los frutos por mediciones y tratamientos bajo dos sistemas, (biointensivo y convencional) en libras

		Repeticiones							Promedio
Mediciones	Tratamientos	1	2	3	4	5	6	Total (libras)	
Medición 1	Biointensivo	1.1	1.5	3.1	2	1.3	2.1	11.1	1.85
Medición 1	Convencional	1.4	1.8	1.8	2	0.6	2.1	9.7	1.62
Medición 2	Biointensivo	2.0	2.5	3.5	4	3.5	3.8	19.2	3.21
Medición 2	Convencional	2.5	4.0	2.75	3	3.8	3.8	19.8	3.29
Medición 3	Biointensivo	1.0	1.9	2.5	2	1.5	2.1	11	1.83
Medición 3	Convencional	1.1	2.5	1.1	1	2	2	9.7	1.62
Total general	Biointensivo							41.3	13.78
Total general	Convencional							39.1	13.05

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Peso de Frutos

Para hacer la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogenidad e igualdad de varianzas) (véase Apéndice B).

Análisis de varianza del Peso de los Frutos

Se buscaba probar la hipótesis de que el peso de frutos era diferente utilizando dos sistemas de producción en el cultivo del ají (biointensivo vs. convencional). Los resultados del análisis de varianza, en el caso del peso de los frutos cosechados en ambos sistemas, muestran que no hay diferencias estadísticas significativas en los resultados obtenidos entre los dos tratamientos utilizados, pues se obtuvo un p-valor de 0.483, que es mayor que el p-valor crítico, de 0.05, lo que implica que se prueba la hipótesis nula de no diferencia en los resultados (véase tabla 4).

Tabla 4
Análisis de varianza del peso de los frutos de ajíes (en libras) cosechados bajo dos sistemas (biointensivo y convencional)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	1	0.1344	0.13444	0.51	0.483
Error	22	5.8078	0.26399		
Falta de ajuste	4	0.4453	0.11132	0.37	0.824
Error puro	18	5.3625	0.29792		
Total	35	31.3131			

Nota. GL= Grado de libertad, SC=Suma de cuadrado, MC= cuadrado de la media.

Variables relacionadas con el desarrollo de los ajíes y de las plantas

A continuación, se presenta el análisis de las diferentes variables que se consideraron en el estudio para la parte del desarrollo del cultivo: longitud del fruto, diámetro del fruto, tamaño de la planta y tamaño de la raíz de las plantas.

Variable 3. Longitud de los frutos en cm por mediciones y tratamiento

La tabla 5 muestra los resultados de las longitudes de los frutos por mediciones y tratamientos. Como se puede observar, se hicieron mediciones en tres momentos, lo que permitió contabilizar la longitud total y el promedio de los ajíes cosechados en el período que duró el experimento, que fueron 100 días, desde la siembra hasta la cosecha final. Al comparar los promedios totales de las longitudes medidas en cm, en ambos sistemas se encontró que los ajíes producidos bajo el sistema biointensivo, a nivel general, sobrepasaron a los ajíes producidos bajo el sistema convencional en un 10.48 %.

Tabla 5
Variable 2. Longitud total y promedio de los frutos (sistema biointensivo y vs. convencional) en cm

		Repeticiones							
Mediciones	Tratamientos	1	2	3	4	5	6	Total	Promedio
Medición 1	Biointensivo	129.2	151.1	289.2	188	127.5	245.4	1,130.40	188.40
Medición 1	Convencional	160.5	186.1	166.9	216	58.7	223.6	1,011.80	168.63
Medición 2	Biointensivo	179	224	264	339	282	273	1,561	260.17
Medición 2	Convencional	236	333	224	235	258	253	1,539	256.50
Medición 3	Biointensivo	131.8	237.2	305.1	245.1	181.8	252	1,353	225.50
Medición 3	Convencional	150.7	290.1	121.5	178.9	178.5	190.2	1,109.9	184.98
Total general	Biointensivo							4,044.4	1,348.13
Total general	Convencional							3,660.7	1,220.23

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de los frutos

Para realizar la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad y normalidad de los datos) (véase Apéndice C).

Análisis de varianza de la variable Longitud de los frutos

Se buscaba probar la hipótesis de que la longitud de los frutos era diferente utilizando dos sistemas de producción (biointensivo vs. convencional) en el cultivo del ají. Los resultados del análisis de la varianza de la longitud de los frutos muestran que no existen diferencias en las medias de las longitudes por tratamientos, lo que implica que se aprueba la hipótesis nula, con un p-valor de 0.235, mayor que el p-valor de 0.05 de referencia (véase tabla 6).

Tabla 6
Análisis de Varianza de la longitud de los frutos en cm cosechados bajo dos sistemas (biointensivo y convencional)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	1	4090	4089.6	1.49	0.235
Error	22	60282	2740.1		
Falta de ajuste	4	2949	737.1	0.23	0.917
Error puro	18	57333	3185.2		
Total	35	142673			

Nota. GL= Grado de libertad, SC=Suma de cuadrado, MC= cuadrado de la media.

Variable 4. Diámetro de los frutos por mediciones y tratamiento

La tabla 7 muestra los resultados de las mediciones del diámetro de los frutos medidas sus longitudes en cm. Al comparar los promedios totales de las longitudes de los diámetros de los ajíes medidos en cm, en ambos sistemas se encontró que los ajíes producidos bajo el sistema biointensivo, a nivel general, sobrepasaron a los ajíes producidos bajo el sistema convencional en 25.06 %.

Tabla 7

Diámetro de los frutos en ambos sistemas (biointensivo y convencional) en cm

Mediciones	Tratamientos	Repeticiones						Total	Promedio
		1	2	3	4	5	6		
Medición 1	Biointensivo	46.4	36.1	40.3	30	32	39.5	224.30	37.38
Medición 1	Convencional	35	37	22.8	44.5	16	38.5	193.80	32.30
Medición 2	Biointensivo	55.5	85.5	98.8	119.6	101	104.5	564.9	94.15
Medición 2	Convencional	46.5	101.5	37.5	57.5	76.2	87	406.2	67.70
Medición 3	Biointensivo	54.3	79.5	112.1	89.6	72.4	101.9	509.8	84.97
Medición 3	Convencional	59.6	101.9	49.3	66.7	72.6	88.6	438.7	73.12
Total, general	Biointensivo							1,299.00	433.00
Total, general	Convencional							1,038.70	346.23

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Diámetro del fruto

Para la realización de la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad y normalidad).

Análisis de varianza para la variable Diámetro del fruto

Se buscaba probar la hipótesis de que el diámetro de frutos era diferente utilizando dos sistemas de producción (biointensivo vs. convencional). Los resultados del análisis de la varianza del diámetro del fruto muestran que existen diferencias en las medias de las longitudes de los tratamientos, lo que implica que se aprueba la hipótesis de investigación, con un p-valor de 0.021, menor que el p-valor de 0.05 de referencia.

Tabla 8

Análisis de varianza del diámetro del fruto

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	1	1882.1	1882.1	6.15	0.021
Error	22	6737.3	306.2		
Falta de ajuste	4	1489.4	372.4	1.28	0.316
Error puro	18	5247.8	291.5		
Total	35	29150.0			

Variable 5. Longitud de la raíz de las plantas de ajíes, mediaciones y tratamiento

La tabla 9 muestra los resultados de las mediciones de la longitud de la raíz, por tratamientos en ambos sistemas de producción (biointensivo y convencional). Como se puede observar, se realizó una única medición al finalizar la cosecha del experimento. Al comparar las longitudes promedias de las raíces en ambos sistemas, se pudo establecer que en el sistema biointensivo fue de 80.83 cm, mientras que en el convencional fue de 73.65, para una variación porcentual de 9.75 %, a favor del método biointensivo.

Tabla 9
Longitud de la raíz por tratamientos en cm

Mediciones	Tratamientos	Repeticiones						Total	Promedio
		1	2	3	4	5	6		
Medición única	Biointensivo	79	90	76	91	74	75	485.00	80.83
Medición única	Convencional	74	76	63	81	67.9	80	441.90	73.65

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de las raíces de las plantas de ajíes

Para efectuar la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad de varianzas y normalidad de los datos).

Análisis de varianza para la variable Longitud de la raíz

Los resultados del análisis de la varianza longitud de la raíz de la planta de ají muestran que no existen diferencias en las medias de las longi-

tudes de los tratamientos, lo que implica que se aprueba la hipótesis nula de igualdad de medias en ambos sistemas de siembra, con un p-valor de 0.183, menor que el p-valor de 0.05 de referencia.

Tabla 10
Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	1	154.80	154.80	2.26	0.183
Error	6	410.71	68.45		
Total	11	696.11			

Nota. GL= Grado de libertad, SC= Suma de cuadrado, MC= cuadrado de la media.

Variable 6. Altura de la planta de ajíes, mediciones y tratamientos

La tabla 11 muestra los resultados de las mediciones de la longitud de la planta en cm. Como puede observarse, se hicieron cinco mediciones en cinco momentos diferentes, lo que permitió contabilizar la longitud total y el promedio de las plantas de ajíes durante el tiempo que duró el ensayo, que fueron 100 días. Al comparar las longitudes totales alcanzadas por las plantas medidas en cm, en ambos sistemas se encontró que, para el caso del sistema biointensivo, la longitud fue de 6,109.00 cm, con un promedio de 1,221.80 cm, mientras que para el convencional fue de 6,157 cm, con un promedio de 1231.40 cm. Esto implica una diferencia porcentual en el tamaño de ambos sistemas de 0.79 %, a favor del sistema convencional, lo que no es significativo. En tanto que la variación del tamaño promedio de las plantas en ambos sistemas fue también de 0.79 %, no significativo.

Tabla 11
Altura de la planta según mediciones y tratamientos en ambos sistemas

Mediciones	Tratamientos	Repeticiones						Total	Promedio
		1	2	3	4	5	6		
Medición 1	Biointensivo	62	61	79	74	71	91	438.00	73.00
Medición 1	Convencional	62	57	67	86	149	64	485.00	80.83
Medición 2	Biointensivo	122	110	178	177	154	175	916.00	152.67
Medición 2	Convencional	124	125	132	152	232	147	912.00	152.00
Medición 3	Biointensivo	199	223	271	258	249	249	1,449.00	241.50
Medición 3	Convencional	202	244	235	237	262	232	1,412.00	235.33
Medición 4	Biointensivo	219	273	284	277	281	272	1,606.00	267.67
Medición 4	Convencional	251	293	274	280	262	250	1,610.00	268.33
Medición 5	Biointensivo	235	287	302	293	297	286	1,700.00	283.33
Medición 5	Convencional	267	303	299	311	272	286	1,738.00	289.67
Total, general	Biointensivo							6,109.00	1,221.80
Total, general	Convencional							6,157.00	1,231.40

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de las plantas de ajíes

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad y normalidad).

Tabla 12
Prueba de contraste de Kruskal-Wallis para diferencias de medianas

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0.00	0.994
Ajustado para empates	1	0.00	0.994

Nota. GL= Grado de libertad.

Variable 7. Análisis costos e ingresos del ensayo

Costo en el Sistema Convencional. El análisis de costos en el sistema convencional muestra un valor total de RD\$10,650.00, distribuidos entre diferentes actividades, donde la mayoría del gasto se hizo en la preparación compra de la siembra con el 60 %, seguido por las aplicaciones de insecticidas (18 %), el restante 22 % se usó para fertilizantes foliares, fitohormonas y fungicidas (véase tablas 13 y 14).

Tabla 13
Costos en el sistema convencional

Descripción	Valor RD\$	Total
Arrendamiento del terreno	1,500.00	
Preparación del terreno	250.00	
Análisis de suelo	1,500.00	
Mano de obra 2 personas	1,000.00	
Monitoreo del cultivo	1,750.00	
Semilla de ají cubanela F1 (1 sobre)	350.00	
Total		6,350.00 (60 %)
Fertilizantes foliares		
Iniciador, 9-40-15ME 1 Kg	250.00	
Desarrollo 30 15 15 1 Kg	250.00	
Producción 15 6 45 1 kg	300.00	
Maxifol 710 fertilizante para la floración (1 sobre)	350.00	
Total		1,150, (11%)

Tabla 14
Costos en el sistema convencional (continuación)

Descripción	Valor RD\$	Total
Fitohormona		
Enraizador 1 litro	400.00	
Ácido húmico 1 litro	250.00	
Total		650.00 (6%)
Insecticidas:		
Nulfo 1 pinta 250cc	400.00	
Blatix 2.5 EW Piretroide Deltametrina 1 pinta 250 cc	350.00	
Acaricida 1 pinta 250cc	350.00	
Adamectina	400.00	
Bactericida cupritozell 6.13sc 1 pinta	400.00	
Total		1900.00 (18%)
Fungicida		
Propormocard 1 litro	600.00	600 (6%)
Costo total	10,650.00	100%

Costo en el sistema biointensivo. El análisis de costos en el sistema biointensivo muestra un valor total de RD\$9,330.00, distribuidos entre diferentes actividades, donde la mayoría del gasto se hizo en la preparación compra de la semilla y la siembra con el 68 %, seguido por las aplicaciones de abono orgánico (26 %) y combinaciones de productos para la generación de mezclas orgánicas, para control de plagas y enfermedades (6 %), (véase tabla 15).

Tabla 15
Costos en el sistema biointensivo

Descripción	Valor (RD\$)	%
Arrendamiento del terreno	1,500.00	
Preparación del terreno	250	
Análisis de suelo	1,500.00	
Mano de obra 2 personas	1,000.00	
Monitoreo del cultivo	1,750.00	
Semilla de ají cubanela f1 (1 sobre) 350 pesos	350	
Subtotal	6,350.00	68%
Abono orgánico 7 sacos del sistema Biointensivo	2,450.00	26%
Combinaciones (biol)		
Jabón líquido un galón	200	
Una libra de ají picante	50	
Una libra de ajo	150	
Una libra de cebolla	80	
Dos libras de hoja de tabaco	50	
Subtotal	530	6%
Total	9,330.00	100%

En síntesis, el análisis de los costos muestra que los costos totales del sistema convencional fue RD\$10,650.00, en tanto que el biointensivo fue de RD\$9,330.00, mayor que el costo con el sistema biointensivo, lo que es equivalente a un 14.15 %.

Al analizar el componente del costo relacionado con las aplicaciones para nutrición y control de plagas y enfermedades en el cultivo, se visualiza que en el sistema convencional fue de RD\$4,300.00, mientras que en el biointensivo fue de RD\$2,980.00, lo que implica un incremento de costos en el convencional de un 44.29 % por este concepto.

Análisis de los ingresos en ambos sistemas en base a la producción total en peso. Los datos del análisis de los ingresos, al multiplicar la

producción de ambos sistemas, difieren en un 5.62 %, a favor del sistema biointensivo (tabla 16).

Tabla 16
Ingresos en ambos sistemas

Sistema de producción utilizado en el ensayo	Cantidad obtenida (peso en libras)	Precio /libra (RD\$)	Ingreso RD\$
Sistema Biointensivo	41.35	20.00	827.00
Sistema Convencional	3915	20.00	783.00
Diferencia en ingresos			5.62% a favor del biointensivo

Variable 8. Sistema con mejores resultados en término de rendimiento, desarrollo, costos e ingresos

Rendimiento del cultivo. Los resultados de los análisis de rendimiento no mostraron diferencias estadísticas significativas. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas en el peso de los frutos con ambos sistemas.

Desarrollo del fruto y de la planta. Al analizar los datos de desarrollo del fruto y del cultivo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en: longitud del fruto ($p\text{-valor}=0.235 > p\text{-valor}=0.05$; longitud de la raíz ($p\text{-valor}=0.183 > p\text{-valor}=0.05$), altura de la planta de ajíes ($p\text{-valor}=0.994 > p\text{-valor}=0.05$).

Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el caso del diámetro del fruto, a favor del sistema biointensivo (un $p\text{-valor}=0.021 < p\text{-valor}=0.05$. Esto pudo ser corroborado con los resultados de campo, ya que los diámetros promedios de los frutos del sistema biointensivo superaron el diámetro promedio del convencional en un 25 %.

Costos e ingresos. Los datos de los análisis de costos e ingresos obtenidos en la producción de ajíes utilizando dos sistemas de siembra (bioin-

tensivo y convencional) muestran que los costos en el sistema convencional fueron un 14.15 % superior a los costos del sistema biointensivo, mientras que, en el caso de los ingresos, los del sistema biointensivo superaron a los del sistema convencional en un 5.62 %. Esto implica que, en ambas variables, se favorece el sistema biointensivo, con menor costo y mayor ingreso, sobre el convencional; todo esto, a pesar de que en la mayoría de las variables analizadas en la prueba de hipótesis no hubo diferencias significativas en ambos tratamientos. Esto así porque solo hubo diferencia en la variable Diámetro de los frutos, siendo mejor el biointensivo.

4. Discusión y conclusiones de los resultados

En el caso del presente estudio se han comparado los resultados de la siembra de una variedad de ajíes (*Golden F1*) sembrados bajo dos sistemas (biointensivo y convencional) con otras investigaciones y la teoría relacionada con el tema. En cuanto a las variables de rendimiento (cantidad y pesos de los ajíes), se pudo establecer que no se encontraron evidencias que permitieran afirmar la existencia de diferencias estadísticas significativas al sembrar ajíes con el sistema biointensivo vs. el convencional. Sin embargo, en el estudio realizado por Tenorio (2015), en México, se evaluó el ají (*Capsicum annuum*) pimiento versus chile, producidos con dos métodos bajo el sistema biointensivo; se encontró que el ají pimiento versus chile tiene mayor rendimiento, su etapa de producción es más rápida y presentó excelentes resultados de producción bajo el método biointensivo.

Para las variables relacionadas con el desarrollo del fruto y de la planta (longitud del fruto, diámetro del fruto, longitud de la raíz, longitud de la planta), se pudo establecer que no se encontraron evidencias que permitieran afirmar la existencia de diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables analizadas, con excepción del diámetro promedio de los frutos, donde sí hubo diferencias estadísticas significativas a favor del método biointensivo.

A pesar de que estadísticamente no hubo diferencias en la mayoría de las variables estudiadas con relación al cultivo y sus resultados, se muestran

elementos a favor del uso del sistema biointensivo, sobre todo para la agricultura de pequeña escala o familiar. Así lo establece un trabajo realizado por Guerrero et al. (2015), donde se pudo verificar que las camas biointensivas ayudan a la nutrición, además de que las prácticas utilizadas en la producción de rubros agrícolas no afectan al entorno y guardan la diversidad animal y vegetal. De esta manera las prácticas se asociaron a la selección de semillas de hortalizas cosechadas en las camas biointensivas, al uso de abonos orgánico.

Estos datos se corresponden con los del presente estudio, pues en el caso de la siembra bajo el sistema biointensivo, no se usó abono químico, sino orgánico, representando el 26 % del costo, además de combinaciones de ingredientes para la generación de un Biol, que representó el 6 % del gasto total. Esto fue diferente en el sistema convencional, donde el uso de químicos (fertilizantes foliares, fitohormonas, insecticidas y fungicida) representó el 40 % del costo en el cultivo. Sobre el particular, los trabajos de Uribe (2009) afirman que el uso de abonos orgánicos beneficia a los suelos y a las plantas, ya que es una manera ecológica de incitar altos rendimientos y calidad lograda en tamaño, sabor, apariencia y color del cultivo.

Para las variables costos e ingresos, se pudo establecer que el sistema convencional generó un gasto superior en un 14.15 %; mientras que, en el caso de los ingresos, estos fueron mayores en el sistema biointensivo, en un 5.62 %. Esto implica que, en ambas variables, se favorece el sistema biointensivo. Los datos muestran que habría preferencia por este sistema biointensivo al momento de seleccionar un método de siembra de ajíes a pequeña escala en la zona bajo estudio.

Al concluir los resultados sobre la base de los objetivos, se pudo establecer que:

1. El análisis de varianza mostró la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre ambos sistemas de siembra (biointensivo y convencional) en las variables de rendimiento: cantidad y peso de los frutos.

2. El análisis de varianza de las variables del desarrollo del cultivo y del fruto no muestra diferencias estadísticas significativas en la longitud promedio de los ajíes, en la longitud promedio de las raíces, ni en la longitud de promedio de las plantas, aunque sí hubo diferencias estadísticas en el diámetro del fruto.
3. Con relación a los costos de producción de ambos sistemas, estos fueron diferentes, siendo más elevado el convencional, en un 14.15 %. Esto motivado por un mayor uso de agroquímicos para nutrición y control de plagas en el sistema convencional, que aumentó el costo por este concepto en un 44.29 %.
4. El análisis de los ingresos a partir del peso de los ajíes en ambos sistemas y el precio de venta de la libra del rubro al momento de la cosecha permitió establecer mejores ingresos con el sistema biointensivo sobre el convencional. De esta manera, los ingresos en el sistema biointensivo superaron al convencional en un 5.62 %.

En cuanto a las recomendaciones a partir de los resultados, se destacan:

1. En el caso del ají, dadas las condiciones de producción de la zona donde se realizó el ensayo, parece conveniente preferir el sistema de siembra biointensivo sobre el convencional, porque favorece la ecología y el medio ambiente, por la no aplicación de químicos sintéticos.
2. Se recomienda utilizar el método biointensivo, siempre teniendo el cuidado de que su implementación requiere de una serie de prácticas ya validadas por su creador, que responden a un modelo de producción y que se deben cumplir estrictamente para obtener resultados favorables.
3. Continuar haciendo investigaciones que permitan seguir aplicando y validando el método de siembra biointensivo en otras localidades del país y en otros rubros, por los beneficios iconológicos que genera y su utilidad para la agricultura de pequeña escala y familiar.

Referencias

- Alltech. (2021). *Agricultura ecológica vs. agricultura tradicional*. alltech.com: <https://www.alltech.com/es-es/blog/agricultura-ecologica-vs-agricultura-tradicional#:~:text=La%20agricultura%20convencional%20se%20caracteriza,se%20centra%20en%20la%20productividad>.
- Almoguera, P., & De la Garza, J. (2017). *Método biointensivo de cultivo de alimentos*. <https://www.ucm.es/>: [https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-93461/Presntaci%C3%B3n%20Curso%20M%C3%A9todo%20Biointensivo%202017%20\(certificado%20formaci%C3%B3n%20continuo%20UCM\).pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-93461/Presntaci%C3%B3n%20Curso%20M%C3%A9todo%20Biointensivo%202017%20(certificado%20formaci%C3%B3n%20continuo%20UCM).pdf)
- Earth Observing System. (12 de octubre de 2020). *Agricultura sostenible un nuevo concepto de cultivo*. <https://eos.com>: <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/#:~:text=Los%20pasos%20esenciales%20para%20conseguir,procesos%20de%20producci%C3%B3n%20de%20alimentos>.
- EcoBase. (21 de octubre de 2008). *Cultivar suelo, no alimentos*. www.ecoportal.net: https://www.ecoportal.net/temas-especiales/suelos/cultivar_suelo_no_alimentos/
- ecoportal.net. (21 de octubre de 2008). *Cultivar suelo, no alimentos*. <https://www.ecoportal.net>: https://www.ecoportal.net/temas-especiales/suelos/cultivar_suelo_no_alimentos/
- encolombia.com. (2022). *Agricultura Biointensiva*. <https://encolombia.com>: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agricultura-biointensiva/>
- Franquesa, M. (11 de mayo de 2016). *Agricultura Convencional*. www.agroptima.com: <https://www.agroptima.com/es/blog/agricultura-convencional/#:~:text=En%20su%20concepto%2C%20la%20agricultura,qu%C3%ADmicos%20que%20sean%20sint%C3%A9ticos%2C%20etc>.
- Guerrero Leal, M., Estrella Chulím, N., Sangerman-Jarquín, D., Jiménez Sánchez, L., & Aguirre Alvarez, L. (2015). Producción de alimentos en huertos familiares con camas biointensivas, en España, Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(11), 2139-2148. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6nspe11/2007-0934-remexca-6-spe11-2139.pdf>

- Jeavon, J. (1982). *Cultivo biointensivo de alimentos: mas culto en menos espacio*. [www.academia.edu: https://www.academia.edu/40475865/John_Jeavons_Cultivo_biointensivo_de_alimentos_M%C3%A1s_alimentos_en_menos_espacio](https://www.academia.edu/40475865/John_Jeavons_Cultivo_biointensivo_de_alimentos_M%C3%A1s_alimentos_en_menos_espacio)
- Rizo, E. (11 de abril de 2018). *El verdadero significado de la agricultura sustentable*. <https://www.hortalizas.com: https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/el-verdadero-significado-de-la-agricultura-sustentable/>
- Silva, M. (2020). *Práticas Agroecológicas en Portugal: Escalas, Intensidades, Mitigación y Adaptación*. [Tesis de maestría]. Instituto Politécnico de Braganca, Portugal. <https://www.proquest.com/openview/86858d-9694f37e8d6f97ec2e2afb024d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Simón, X., Montero, M., & Bermúdez, O. (junio de 2020). Avanzando en la seguridad alimentaria mediante propuestas tecnológicas agroecológicas: La Aplicación del Método Biointensivo en el Corredor Seco de Nicaragua. *Sustainability*, 12(3), 844. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12030844>
- Sis International Research. (2021). *La Investigación Cuantitativa: ¿Cómo se utiliza?* Retrieved 11 de febrero de 2022, from [sisinternational.com: https://www.sisinternational.com/investigacion-cuantitativa/](https://www.sisinternational.com/investigacion-cuantitativa/)
- Tenorio, M. (2015). *Evaluación de la calidad de semillas de amaranto y berenjena producidas con dos métodos bajo el sistema biointensivo de cultivo*. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/123456789/441>
- Uribe, F. (9 de enero de 2009). *Sistemas biointensivos maximizan espacio, reducen costos y contaminación*. <https://www.hortalizas.com: https://www.hortalizas.com/cultivos/sistemas-biointensivos-maximizan-espacio-reducen-costos-y-contaminacion/>

Apéndice A

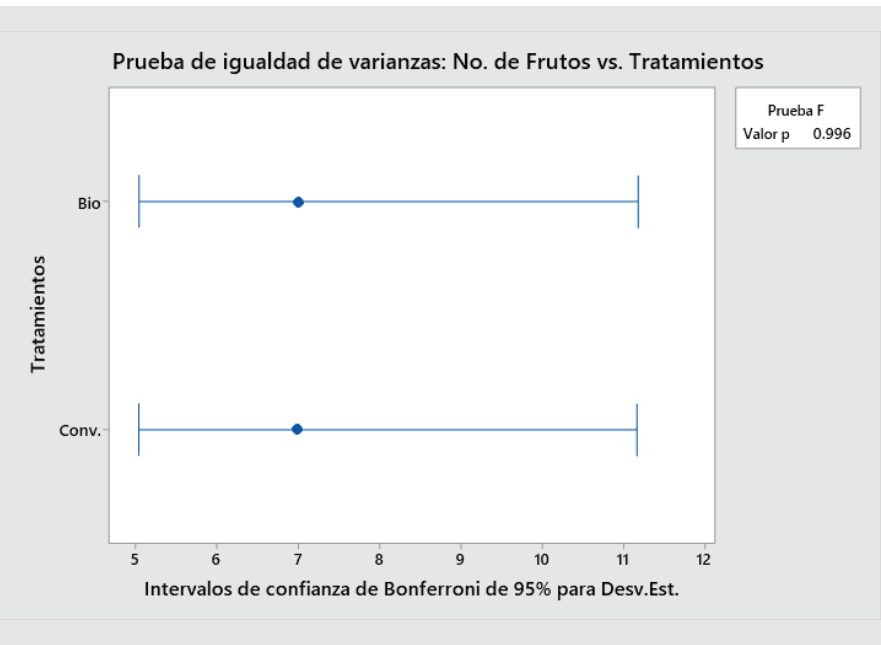
Criterios de cumplimiento para la variable cantidad de grupos

Criterios de cumplimiento para la Variable cantidad de grupos

1. ***Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.*** En ese sentido, se cumple porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. ***La Prueba de homogeneidad en las varianzas.*** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minita-19. Los resultados de la prueba muestran un p-valor de 0.996 mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos para la variable cantidad de frutos obtenidos en ambos sistemas (figura 1).

Figura 1

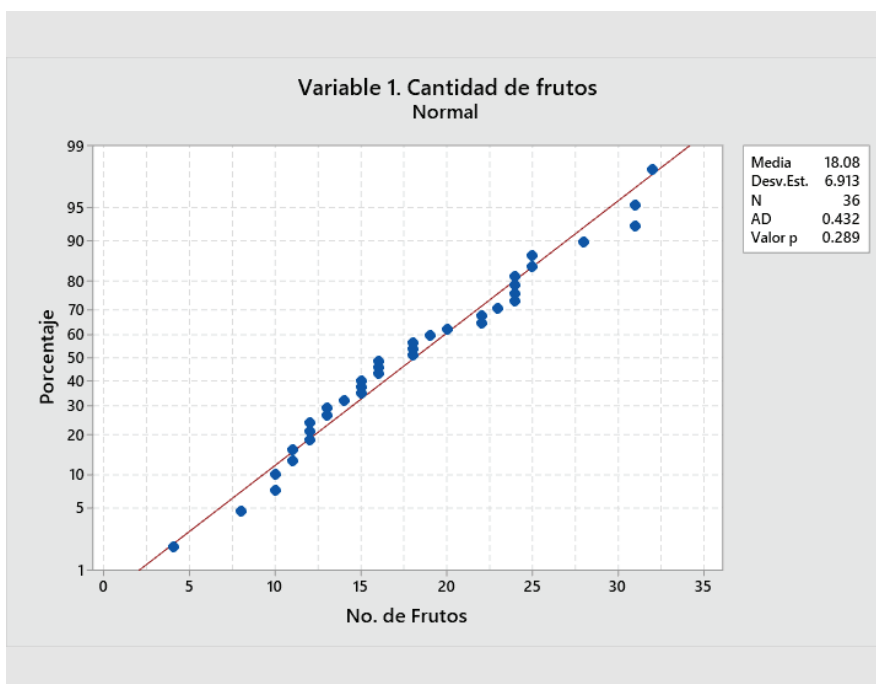
Demostración gráfica de homogeneidad de la varianza en ambos tratamientos para la variable Cantidad de frutos cosechados



3. **Requisito de normalidad.** Mediante el software Minitab-19, se pudo establecer la normalidad de la distribución de los datos de la cantidad de frutos obtenidos en ambos sistemas, con un P-valor= 0.289, mayor que el p-valor crítico de referencia que es de 0.05, con lo cual cumple el requisito para los análisis de varianza en experimentos al azar, como es el caso de esta investigación.

Figura 2

Gráfica que muestra la prueba de normalidad en la distribución de los datos para la variable Cantidad de frutos en ambos sistemas



Apéndice B

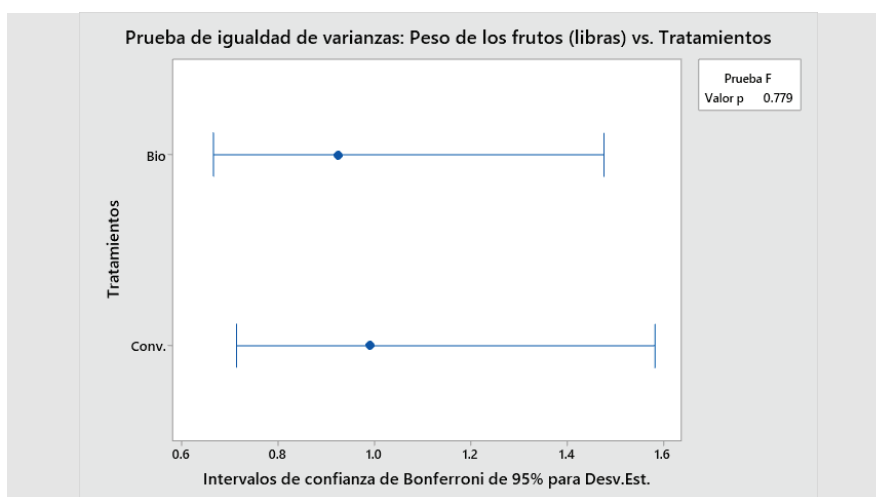
Prueba de hipótesis para la variable Peso de los frutos

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Peso de frutos. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogenización e igualdad de varianzas).

1. **Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.** En ese sentido se cumple, porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. **La Prueba de homogeneidad en las varianzas.** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minitab-19. Los resultados de la prueba muestran que se obtuvo un p-valor de 0.779 mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos para la variable Peso de frutos obtenidos en ambos sistemas (véase figura 3).

Figura 3

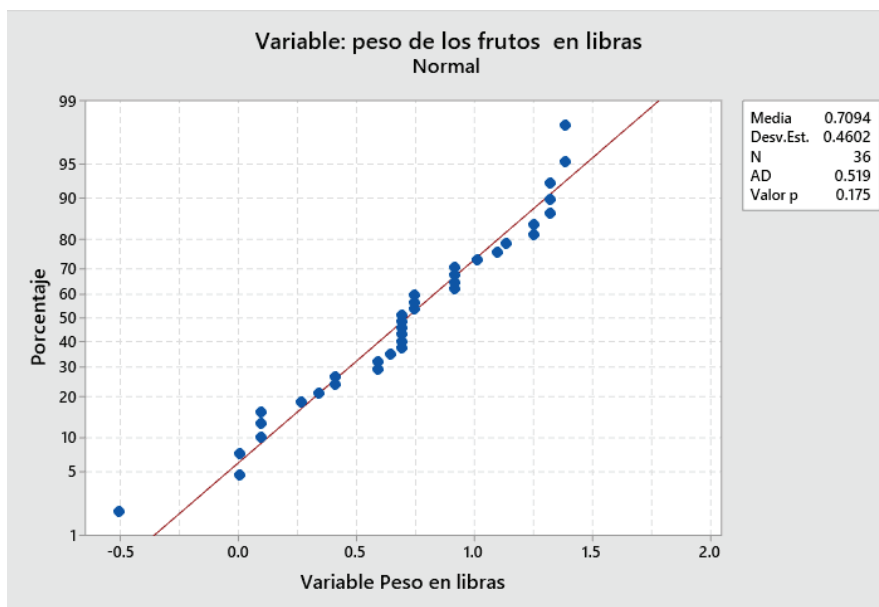
Demostración gráfica de la homogeneidad de la varianza en ambos tratamientos para la variable Cantidad de frutos cosechados



3. **Requisito de normalidad.** Mediante el software Minitab-19, se pudo establecer la normalidad de la distribución de los datos del peso de los frutos obtenidos en ambos sistemas, con un P-valor= 0.175, mayor que el p-valor crítico de referencia que es de 0.05, con lo cual cumple el requisito para los análisis de varianza en experimentos al azar, como es el caso de esta investigación (véase figura 4).

Figura 4

Prueba de normalidad para la distribución de los datos del peso de los frutos en libras en ambos sistemas (biointensivo y convencional)

**Apéndice C**

Prueba de hipótesis Longitud de los frutos

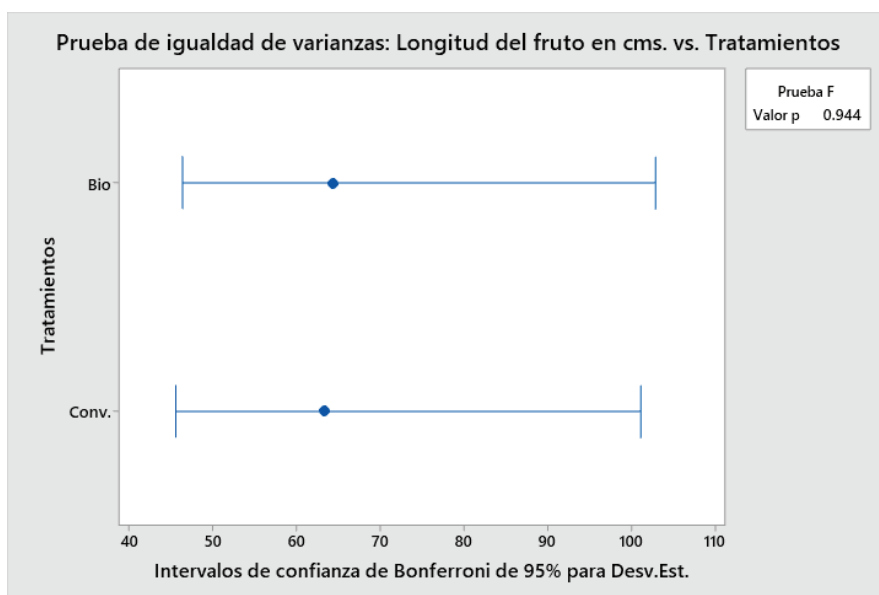
Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de los frutos. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados se analizaron diferentes criterios de cumplimiento:

1. ***Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.*** En ese sentido se cumple, porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. ***La Prueba de homogeneidad en las varianzas.*** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minita-19. Los resultados de la prueba muestran que se obtuvo un p-valor de 0.944, mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la

hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos para la variable Longitud de los frutos en ambos sistemas (véase figura 5).

Figura 5

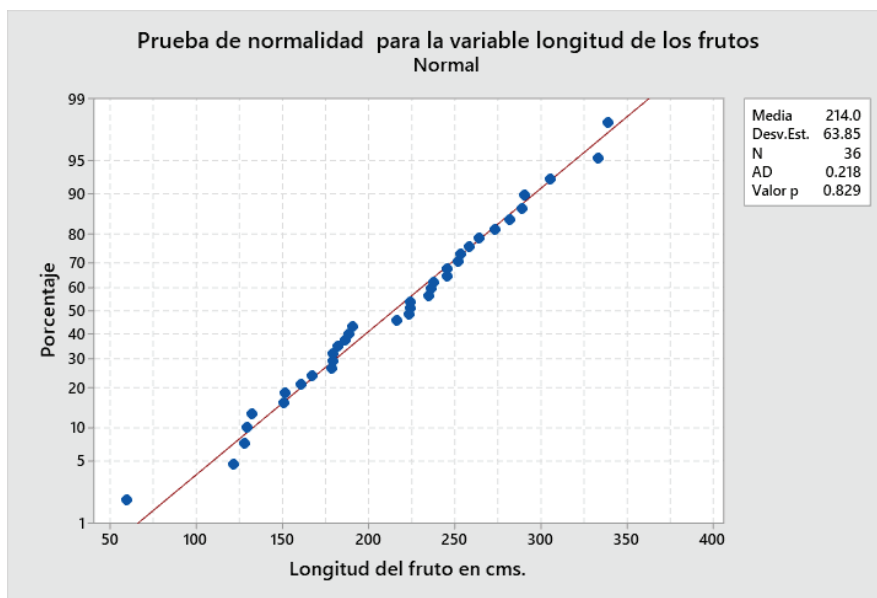
Prueba de homogeneidad de varianza para la distribución de los datos de la longitud de los frutos en cm, en ambos sistemas (biointensivo y convencional)



3. **Requisito de normalidad.** Mediante el software Minitab-19, se pudo establecer la normalidad de la distribución de los datos de la longitud de los frutos cosechados en ambos sistemas, con un P-valor= 0.829, mayor que el p-valor crítico (véase figura 6).

Figura 6

Demostración del cumplimiento del criterio de normalidad para la longitud de los frutos en cm, en ambos sistemas (biointensivo y convencional)

**Apéndice D**

Prueba de hipótesis variable Diámetro de los frutos

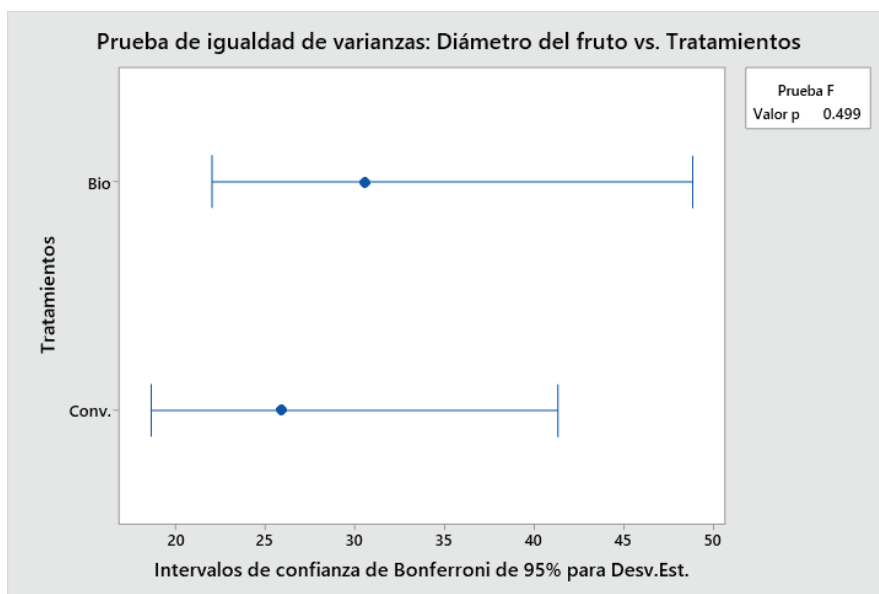
Prueba de hipótesis del estudio para la variable Diámetro de los frutos. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron distintos criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad y normalidad).

1. ***Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.*** En ese sentido se cumple, porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. ***La Prueba de homogeneidad en las varianzas.*** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minita-19. Los resultados de la prueba muestran que se obtuvo un p-valor de 0.499, mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la

hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos para la variable diámetro de los frutos en ambos sistemas (véase figura 7).

Figura 7

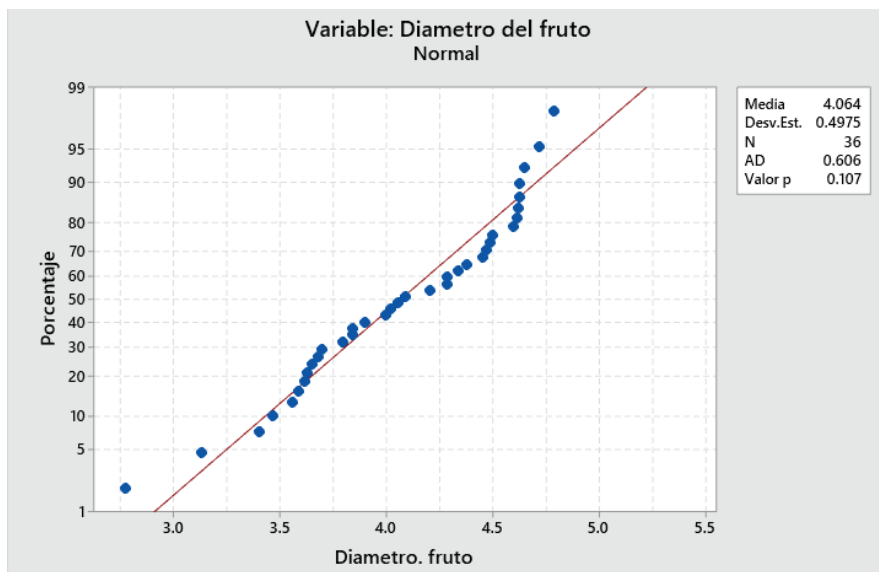
Prueba de homogeneidad de varianza para la distribución de los datos para el diámetro de los frutos en cm, en ambos sistemas (biointensivo y convencional)



3. ***Requisito de normalidad.*** Mediante el software Minitab-19, se pudo establecer la normalidad de la distribución de los datos del diámetro de los frutos cosechados en ambos sistemas, con un P-valor= 0.107, mayor que el p-valor crítico de referencia, que es de 0.05 (véase figura 8).

Figura 8

Prueba de normalidad de los datos para la variable diámetro del fruto en cm

**Apéndice E**

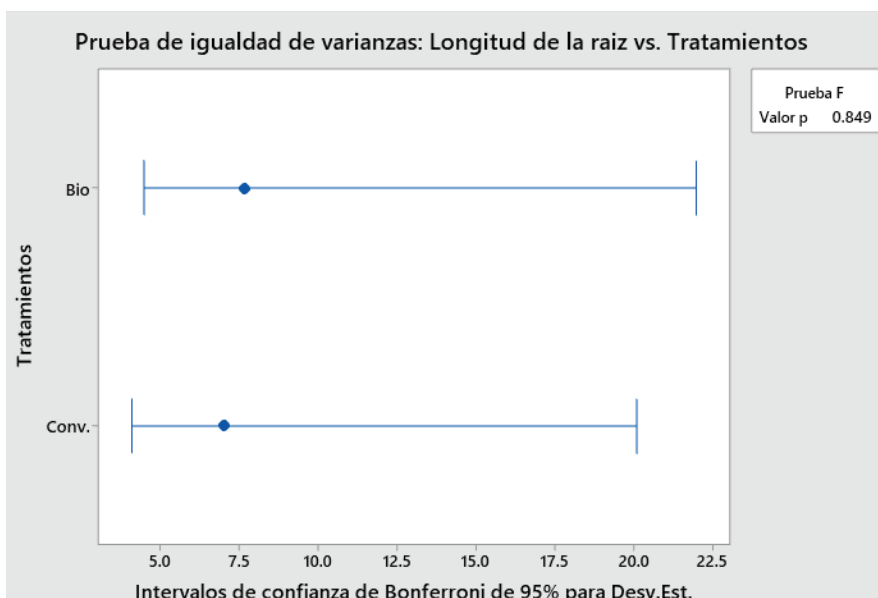
Prueba de hipótesis Longitud de la raíz

Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de las raíces de las plantas de ajíes. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento.

1. ***Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.*** En ese sentido se cumple, porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. ***La Prueba de homogeneidad en las varianzas.*** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minita-19. Los resultados de la prueba muestran que se obtuvo un p-valor de 0.849, mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos (véase figura 9).

Figura 9

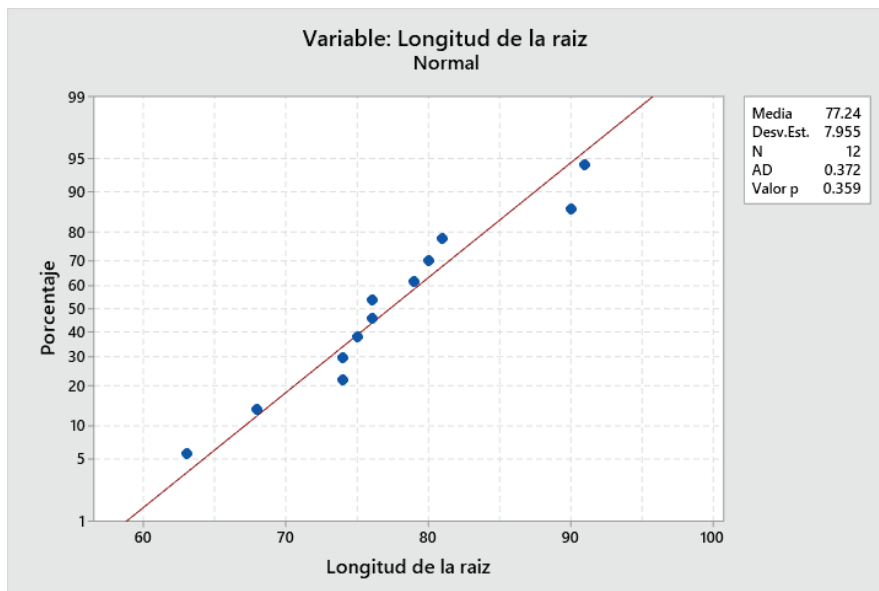
Prueba de homogeneidad de varianza para la variable longitud de la raíz de la planta



3. ***Requisito de normalidad.*** Mediante el software Minitab-19, se pudo establecer la normalidad de la distribución de los datos de la longitud de las raíces de las plantas de ajíes en ambos sistemas, con un P-valor= 0.359, mayor que el p-valor crítico de referencia, que es de 0.05, con lo cual cumple el requisito para los análisis de varianza en experimentos al azar, como es el caso de esta investigación (véase figura 10).

Figura 10

Prueba de normalidad de los datos para la variable Longitud de la raíz

**Apéndice F**

Prueba de hipótesis de Longitud de la planta

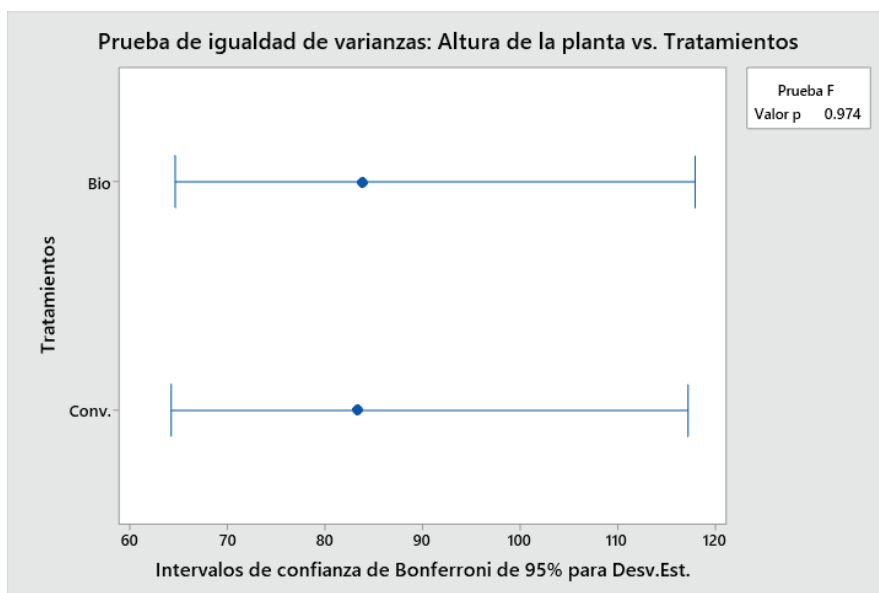
Prueba de hipótesis del estudio para la variable Longitud de las plantas de ajíes. Para llevar a cabo la prueba de hipótesis de igualdad o diferencia en los resultados de los tratamientos aplicados, se analizaron diferentes criterios de cumplimiento (aleatoriedad, homogeneidad y normalidad).

1. ***Cumplir con los requisitos de aleatoriedad.*** En ese sentido se cumple, porque el experimento contempló la disposición de los tratamientos al azar.
2. ***La Prueba de homogeneidad en las varianzas.*** Para este caso se hizo la prueba mediante el software Minita-19. Los resultados de la prueba muestran que se obtuvo un p-valor de 0.974, mayor que el p-valor crítico de 0.05, lo que implica que se prueba la

hipótesis nula de homogeneidad de varianzas entre las medias de los tratamientos para la variable Longitud de los frutos en ambos sistemas (véase figura 11).

Figura 11

Prueba de homogeneidad varianzas para la variable Altura de la planta



3. ***Debe cumplir con el requisito de normalidad.*** En el caso de la prueba normalidad, se encontró que no la cumple. Por esta razón se acudió a un método no paramétrico, de manera que se pudiera hacer el contraste de hipótesis. Así, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Acudiendo al Minitad-19, se pudo hacer el cálculo de las medianas de la longitud de las plantas con ambos sistemas de siembra y se encontró que no había diferencias entre ambos, con un p-valor= 0.994, que es mayor que el valor de 0.05 de referencia.