

Estudio comparativo del porcentaje de germinación para variedades *Lactuca sativa*: huertos sustentables en entornos urbanos*

Laura Isabel Bedoya Corrales **, David Alberto García Arango ***, Jovany Sepúlveda-Aguirre****, Camilo Andrés Echeverri Gutiérrez*****, Leidy Catalina Acosta Agudelo*****

Resumen

La agricultura urbana promueve el cultivo de hortalizas en la ciudad; sin embargo, se requiere germinar semillas para obtener plántulas que permitan iniciar con esta práctica una forma sostenible, sustentable y práctica. **Objetivo.** Evaluar el porcentaje de germinación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), más específicamente del tipo milanesa y conconina, para determinar si existe diferencia significativa en su germinación para la obtención de plántulas. **Materiales y métodos.** Se realizó un diseño factorial 2², teniendo en cuenta las combinaciones de variedad y luminosidad; se planteó un modelo estadístico, para describir su comportamiento. **Resultados.** El factor de mayor influencia en el porcentaje de germinación es la variedad; los mejores resultados se encontraron la variedad milanesa bajo condiciones de luz. **Conclusiones.** La variedad milanesa es una buena opción para generar plántulas y, bajo condiciones de luz, se puede obtener un porcentaje de germinación del 92.5 %, valor superior al reportado por el productor.

Palabras clave: germinación, lechuga, diseño factorial, sustentabilidad, huertos urbanos.

Comparative study of germination percentage for *Lactuca sativa* varieties: sustainable orchards in urban environments

Abstract

Introduction: Urban agriculture promotes the cultivation of vegetables in the city, however seeds are required to germinate and obtain seedlings that allow to start this practice. **Objective.** The present research evaluates the percentage of germination of two varieties of lettuce (*Lactuca sativa*), Milanese and Conconina, to determine if there is a significant difference in their germination to obtain seedlings. **Materials and methods.** A factorial design 2² was developed, taking into consideration the combinations of variety and luminosity; a statistical model was proposed to describe its behavior. **Results.** The most influential factor in the percentage of germination is the variety, the best results were found Milanese variety under natural Light conditions. **Conclusions.** The Milanese variety is a good option to generate seedlings and, under natural Light conditions, a germination percentage of 92.5% can be obtained, a value higher than that reported by the producer.

*Artículo resultado del proyecto de investigación de valoración de residuos de la línea investigación en procesos de ingeniería de la Corporación Universitaria Americana.

**Ingeniera mecánica, magíster en Ingeniería Agroindustrial. Docente de la Corporación Universitaria Americana. Orcid 0000-0001-9339-7243. E-mail: libedoya@americana.edu.co

***Docente-Investigador del grupo AGLAIA - Corporación Universitaria Americana. Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, magíster en Matemáticas Aplicadas de la Universidad EAFIT. Escuela de Ciencias, Departamento de Ciencias Matemáticas, doctorando en Educación de la Universidad Nacional de Rosario – Argentina. Correo electrónico de contacto: dagarcia@coruniamericana.edu.co. ORCID: 0000-0002-0031-4275. Scopus Author ID: 57196086859

**** Magíster de Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional del Instituto Tecnológico Metropolitano. Vicerrector de Investigación e integrante del grupo de investigación AGLAIA de la Corporación Universitaria Americana. E-mail: vicerrectorinvm@coruniamericana.edu.co ORCID: 0000-0002-1047-6673. Scopus Author ID: 57194505285

*****Vicerrector General Corporación Universitaria Americana, Docente Investigador adscrito al Grupo de investigación GISELA. ORCID: 0000-0003-0667-0913. E-mail: cecheverri@americana.edu.co

***** Docente Investigadora adscrita al Grupo de investigación Business Intelligence de la Corporación Universitaria Americana. ORCID 0000-0003-1538-1881.

Artículo recibido: 10/01/2018; artículo aprobado: 06/05/2018

Autor para correspondencia Jovany Sepúlveda-Aguirre, E-mail: vicerrectorinvm@coruniamericana.edu.co

Keywords: germination, lettuce, factorial design, sustainability, urban gardens

Estudio comparativo da percentagem da germinação para as variedades *Lactuca sativa*: hortos sustentáveis nos ambientes urbanos

Resumo

Introdução: A agricultura urbana promove a cultura de legumes na cidade; embora, precisa-se germinar sementes para obter mudas que permitam começar com esta prática de forma duradoura, sustentável, e prática. Objetivo. Avaliar o percentagem de germinação de duas variáveis de alface (*Lactuca sativa*), mais especificamente

do tipo liso e romana, para determinar se existe diferencia significativa na sua germinação para a obtenção de mudas. **Materiais e métodos.** Realizou-se um desenho fatorial 2², tendo em conta as combinações de variedade e luminosidade; levantou-se um modelo estatístico, para descrever seu comportamento. **Resultados.** O fator de maior influência no percentagem de germinação é a variedade; os melhores resultados encontraram-se na variedade liso sob condições de luz. **Conclusões.** A variedade milanese é uma boa opção para gerar mudas e, sob condições de luz, pode-se obter um percentagem de germinação do 92.5%, valor superior ao reportado pelo produtor.

Palavras-chave: germinação, alface, desenho fatorial, sustentabilidade, hortas urbanas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el estilo de vida de la población se proyecta con miras a realizar actividades sustentables que permitan una mejor calidad de vida, generando nuevas estrategias que disminuyan el impacto negativo en su entorno. (Michellini, Moraes, Cunha, Costa, & Ometto, 2017). El soporte de la sustentabilidad se radica en tres esferas de interacción con el ser humano, las cuales corresponden a la sociedad, la economía y el medio ambiente (Sepúlveda, 2016). El balance de la combinación de las esferas anteriores, bajo los parámetros de viabilidad, soportabilidad y equidad, genera la sustentabilidad (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2012).

Los huertos urbanos y los sembrados en espacios reducidos son una representación de la sustentabilidad en la ciudad, y han sido apoyados e impulsados por proyectos gubernamentales y de otras entidades, con el fin de fomentar el autoabastecimiento de la población y el aumento del índice de seguridad alimentaria (Garzón, 2011). Principalmente, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en asocio con la Naciones Unidas, promueve, en el marco de la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible, la meta once relacionada con "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles" (Naciones Unidas, 2016). Es así como se plantea la necesidad de mantener ciudades encaminadas hacia el crecimiento "sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos" (Naciones Unidas, 2016, p. 29).

En la ciudad de Medellín, el Jardín Botánico viene llevando a cabo el proyecto educativo de Agricultura Urbana, en el cual se muestran alternativas de cultivos que se pueden implementar en la ciudad, en espacios reducidos como patios y terrazas (Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe, 2016).

Para iniciar un cultivo de vegetales, el productor tiene dos opciones: adquirir las plántulas en una empresa especializada o producirlas. Ambas opciones requieren de la variedad idónea para las condiciones en que se va a cultivar y cierta calidad de la semilla para el desarrollo vegetativo, y en el estado sanitario (CIATA, 1998).

Sin embargo, es difícil obtener plántulas de vegetales en la ciudad, debido a que la actividad de cultivar, por muchos años, ha sido exclusivamente del área rural; por consiguiente, mejor alternativa para los huerteros urbanos es la germinación de sus propias plántulas, actividad que es compleja debido a dificultades en la germinación de las semillas, atribuida generalmente a la inexperiencia del que siembra, así como la capacidad de germinación de las diferentes variedades de hortalizas (Saavedra Del Real, 2013). Es de esa manera como se pretende minimizar el riesgo de la producción (García, Aguirre & Gallego, 2016).

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas más comunes y consumidas por la población, y es considerada una de las más fáciles de germinar. Es ideal para comenzar huertos urbanos, debido a su rápido crecimiento

que permite trasplantarlas en un rango de una semana (Instituto de Ciencias Agrarias-CSIC, 2014).

Algunas variedades de fácil obtención comercial son: la milanese, conformada por hojas crespas y robustas, y la conconina, caracterizada por sus hojas lisas y por la baja densidad de cuerpo. Aunque el productor reporta un porcentaje de germinación igual en ambas variedades de lechuga, en la práctica, muchos huerteros urbanos evidencian diferencias en la cantidad de semillas germinadas.

El presente estudio determinó, mediante un diseño factorial, si en efecto no se presentan diferencias entre el porcentaje de germinación de las variedades de lechuga milanese y conconina, y concluyó cuál posee mayor probabilidad de germinar bajo diferentes condiciones de luminosidad, para orientar al huertero urbano sobre cuál tiene mejor posibilidad de cosechar y, finalmente, consumir de manera sustentable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Se adquirieron semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de las variedades milanese y conconina en un mercado local; ambas reportan un porcentaje de germinación de 85 %, producidas por la misma compañía, bajo los mismos estándares de calidad.

2.2. Diseño experimental

2.2.1. Variables

La variable respuesta considerada para este experimento fue el porcentaje de germinación en base de 100. Las variables de control fueron la variedad, con milanese y conconina como sus respectivos niveles. La luminosidad fue otra variable de control con luz y oscuridad como sus respectivos niveles.

2.2.2. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se calculó a partir de un muestreo. Con un nivel de confianza del 95 % se calculó el tamaño de muestra, el cual arrojó 16 experimentos en total, cada combinación con 4 réplicas, con un nivel de detección de 7 % y potencia de 0.85, permitiendo detectar variaciones del 1 % en germinación.

Para cada unidad experimental (caja de siembra), se sembraron 100 semillas, para un total de 1600 semillas, divididas en 800 semillas para cada

variedad. Las muestras se aleatorizaron en 4 lotes de 4 combinaciones. Cada lote fue sembrado con un día de diferencia, y se hizo el conteo de semillas germinadas el día 5 a partir de la siembra. Las semillas se contaron de forma manual por la misma persona.

2.2.3. Modelación estadística

Para el análisis de este experimento, se adaptó un modelo factorial 22, el cual contiene una variable de respuesta con 2 factores, cada uno con 2 niveles. Los datos experimentales fueron procesados y analizados mediante el paquete estadístico R. (R Core Team, 2013). En la ecuación 1 se presenta la fórmula inicial adaptada al experimento según el modelo planteado. El modelo se irá adaptando de acuerdo con los factores significativos.

$$y = \mu + A + B + AB + \varepsilon$$

Ecuación 1. Modelo factorial 1 (Melorose, Perroy, & Careas, 2015; Montgomery, 2004)

Donde:

μ : Grand media

A: Variedad (milanese / conconina)

B: Luminosidad (luz / oscuridad)

AB: Interacción entre variedad y luminosidad

ε : Error – Los errores se distribuyen normales

Las hipótesis planteadas para este experimento fueron:

Variedad:

Ho: El porcentaje de germinación entre las variedades milanese y conconina no presenta diferencia significativa.

H1: Existe diferencia en el porcentaje de germinación entre las variedades milanese y conconina.

Luminosidad:

Ho: No existe diferencia significativa entre las condiciones de luminosidad, luz ambiental y oscuridad, sobre el porcentaje de germinación.

H1: Existe diferencia entre las condiciones de luminosidad, luz ambiental y oscuridad, sobre el porcentaje de germinación.

3. RESULTADOS

Los resultados arrojados en el experimento se presentan en la tabla 1. Se observa, en primera instancia, que algunos valores de la variable respuesta están por debajo del porcentaje de germinación reportado por el productor.

Tabla 1. Porcentaje de germinación para el diseño experimental

% GERMINACIÓN	VARIEDAD	LUMINOSIDAD	ORDEN	LOTE
93	milanesa	Luz	11	
71	conconina	luz	1	1
64	conconina	oscuridad	6	
85	milanesa	oscuridad	13	
94	milanesa	luz	10	
59	conconina	oscuridad	8	2
71	conconina	luz	4	
89	milanesa	oscuridad	16	
88	milanesa	oscuridad	14	
68	conconina	oscuridad	7	3
74	conconina	luz	2	
95	milanesa	luz	9	
70	conconina	oscuridad	5	
88	milanesa	luz	12	4
78	conconina	luz	3	
86	milanesa	oscuridad	15	

Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se ilustra la gráfica con los resultados obtenidos en el experimento. Se puede observar un aumento en el porcentaje de germinación para ambas variedades cuando las muestras se encontraban expuestas a la luz ambiental. Se interpreta a partir de la gráfica, una

diferencia entre el porcentaje de germinación de las dos variedades, en el cual la lechuga milanesa obtuvo valores de germinación superiores al de la conconina para ambos niveles. En general, la diferencia en los valores de germinación en cada uno de los lotes, aparentemente, no presenta mucha variabilidad, en cada uno de los niveles de luz ambiente y oscuridad.

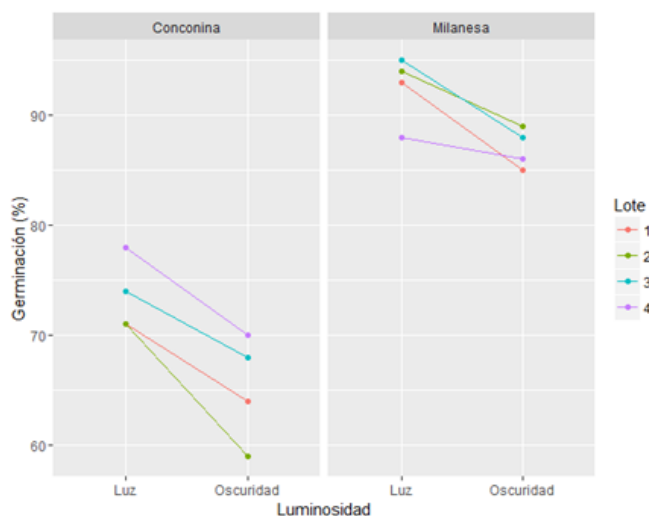


Figura 1. Gráfica exploratoria del porcentaje de germinación

Fuente: elaboración propia

Los valores en las medias de la variedad milanese, tanto en luz como en oscuridad, son 92.5 % y 87 %, respectivamente, mayores al 85 % reportado por el productor, mientras que en la variedad conconina, se presentan medias por debajo del valor reportado con 73.5 % y 65.25 %, en luz y oscuridad, respectivamente.

3.1. Modelación estadística

3.1.1. Modelo 1

El modelo 1 considera todas las variables expresadas en la ecuación 1. Es importante evaluar si todos los factores considerados en la ecuación son relevantes en cuanto influyen o no en la variable de respuesta del experimento.

Fuente: elaboración propia

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variedad	1	1660.6	1660.6	139.592	5.75e-08 ***
Luminosidad	1	189.1	189.1	15.893	0.0018 **
Variedad: luminosidad	1	7.6	7.6	0.636	0.4408
Residuales	12	142.7	11.9		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se muestra la ANOVA del modelo 1. El resultado en el valor P indica que tanto la variedad como la luminosidad son significativas y de alta influencia en el experimento. Por el contrario, la interacción variedad / luminosidad no es significativa ni de alta influencia, por lo cual se considera un nuevo modelo sin este factor que permita ajustarse más al experimento realizado, lo cual conlleva la necesidad de corroborar la validez de este nuevo modelo.

3.1.2. Modelo 2

El modelo 2 se plantea en la ecuación 2. Se observa que la interacción AB es removida, debido a que el modelo 1 así lo sugiere; sin embargo, es necesario corroborar si esta nueva modelación se ajusta al experimento realizado.

$$\text{Ecuación N.º 2. Modelo factorial 2}$$

$$y = \mu + A + B + \epsilon$$

Donde:

μ : Grand media

A: Variedad (milanese / conconina)

B: Luminosidad (luz / oscuridad)

ϵ : Error

Tabla 3. ANOVA Modelo 2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variedad	1	1660.6	1660.6	143.62	2.12e-08 ***
Luminosidad	1	189.1	189.1	16.35	0.00139 **
Residuales	13	150.3	11.6		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se muestra la ANOVA correspondiente al modelo 2. Se puede observar que el modelo se ajusta al experimento; además, se comprueba que los factores variedad y luminosidad continúan siendo significativos en el modelo y se confirma que no es posible reducir más los factores. Este es el modelo final utilizado para esta experimentación.

3.2. Diagnósticos del modelo

Los resultados de los diagnósticos del modelo se discriminan en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de los diagnósticos del modelo.

Test de normalidad			
Modelo 1		Modelo 2	
W = 0.97006	p-value = 0.8396	W = 0.94393	p-value = 0.4
Test de homocedasticidad			
Variedad	Bartlett's K-squared = 1.2259	df = 1	p-value = 0.2682
Luminosidad	Bartlett's K-squared = 0.11859	df = 1	p-value = 0.7306
(Variedad, luminosidad)	Bartlett's K-squared = 2.3014	df = 3	p-value = 0.5123
Test de independencia			
Germinación ~ Variedad + Luminosidad	DW = 2.542		p-value = 0.5135

Fuente: elaboración propia

3.2.1. Normalidad

En la tabla 4 se muestran los resultados arrojados en el test de normalidad. En ambos modelos el valor P > 0.05 por lo cual no se rechaza la hipótesis nula, es decir, el modelo se distribuye normal cumpliendo con el primer supuesto, el de normalidad.

3.2.2. Homocedasticidad

En este test se prueba la igualdad de varianzas. En la tabla 4 se muestran los resultados de la prueba de homocedasticidad. Se comprueba que para las variables variedad y luminosidad, así como para la interacción variedad / luminosidad se cumple el supuesto de homocedasticidad, es decir, que todas las variables se pueden suponer con igualdad de varianzas, ya que el valor $P > 0.05$.

3.2.3. Independencia

En la tabla 4 se presentan los resultados para la prueba de independencia, en la cual se puede comprobar que el modelo 2, el cual es el modelo final utilizado en este estudio, es independiente y cumple con el último de los tres supuestos requeridos.

3.3. Predicción del modelo

3.3.1. Efectos

En la figura 2 se muestra el gráfico de Pareto en el cual se representan los efectos. Se presentan en orden decreciente; los colores indican si son positivos o negativos. Se puede observar que los dos efectos más importantes y de gran influencia sobre el porcentaje de germinación en la semilla son la variedad y luminosidad, información que coincide con los resultados de la tabla 2.

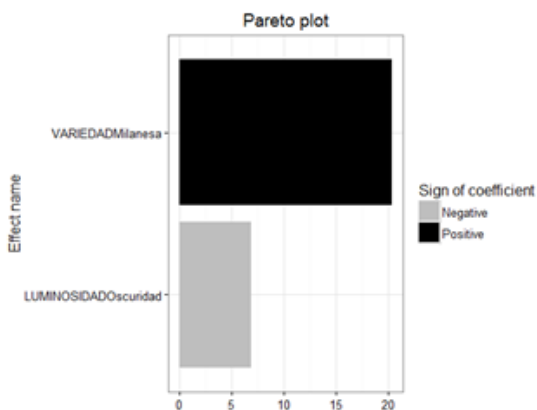


Figura 2. Gráfico de Pareto

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se presentan los valores correspondientes a las medias para cada nivel. Se observa que la media general para el experimento fue de 79.5 %. Comparándola con las medias de los niveles de cada factor, la variedad conconina y la luminosidad-oscuridad presentó valores por debajo de la media general.

La diferencia se ilustra en la tabla N.º5, identificada ACLARE: ¿CONCUEDA EN MASCULINO O EN FEMENINO?; ¿EN SINGULAR O EN PLURAL? con el signo negativo (-), el cual hace referencia a que se encuentra por debajo de la media. Por el contrario, la variedad milanesa y la luminosidad-luz presentan valores superiores a la media, y su diferencia también se muestra en la tabla 5, identificada con signo positivo (+), indicando valores por encima de la media. Estas diferencias en general se representan como los efectos sobre la variable de respuesta.

Tabla 5. Tabla de efectos

Efectos			
Variedad		Luminosidad	
Conconina	Milanesa	Luz	Oscuridad
-10.187	10.187	3.438	-3.438
Error estándar de efectos			
1.202		1.202	
Media general			
Grand mean		79.562	
Variedad		Luminosidad	
Conconina	Milanesa	Luz	Oscuridad
69.38	89.75	83	76.12
Error estándar para diferencia de medias			
1.7		1.7	

Fuente: elaboración propia

Con base en la figura 3, se puede observar que existe una gran influencia de la variedad en el porcentaje de germinación e, incluso, puede considerarse como factor determinante para la variable de respuesta. La luminosidad también tiene su efecto en la germinación de las semillas; se puede observar que cuando las semillas están sometidas a condiciones de luz ambiental, tienden a presentar mayor porcentaje de germinación con respecto a las sometidas a condiciones de oscuridad, de manera proporcional en ambas variedades.

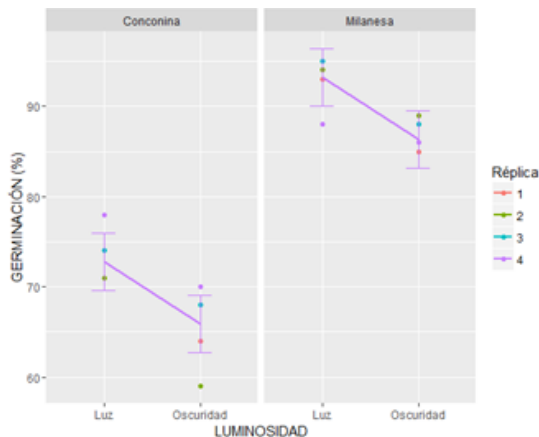


Figura 3. Gráfico del modelo final

Fuente: elaboración propia

Desviación estándar del error: 3.400368

4. DISCUSIÓN

El porcentaje de germinación se utiliza para comparar la calidad de diferentes colecciones de semillas, para programas de ensayo e investigación. La identificación de estos niveles de calidad posibilita el mejoramiento de los procesos asociados a la implementación de huertos urbanos. Esfuerzos desarrollados en Bogotá y Antioquia demuestran la posibilidad de crear huertos familiares en áreas urbanas donde uno de los cultivos principales es la lechuga (FAO, 2011). Takaki (2001) reportó que las semillas de lechugas son fotosensibles, y que el porcentaje de germinación es mayor cuando están expuestas a la luz.

Los resultados obtenidos rechazan la hipótesis nula planteada al inicio del experimento, donde se expone que no existe diferencia significativa entre el porcentaje de germinación de las dos variedades, de acuerdo con lo reportado por el productor. Sin embargo, se observa que la variedad milanesa es la que mejor desempeño presenta, tanto en luz como en oscuridad, exhibiendo su mejor desempeño cuando se encuentra en condiciones de luz ambiental, con porcentajes de germinación superiores al 90 %, con un intervalo de 90.8 – 94.2 % sobrepasando el valor esperado de 85 % reportado por el productor.

En oscuridad, esta variedad se comporta dentro de los límites del valor esperado, con un intervalo entre 85.3 – 88.7 % de germinación, resultado que se considera muy favorable, puesto que, sometida bajo condiciones desfavorables para la germinación, se mantuvo en el rango esperado para condiciones óptimas, y continúa cumpliendo con los valores esperados declarados por el productor.

En la variedad conconina se observan valores inferiores al esperado, incluso bajo condiciones óptimas de germinación; las semillas expuestas a luz ambiental presentan un rango de germinación entre el 71.8 – 75.2 %, inferior al 85 % esperado, y se presenta una diferencia significativa con respecto a las semillas sometidas bajo condiciones de oscuridad, las cuales se mueven en un intervalo de 63.55 – 66.95 %, presentando los valores más bajos dentro de las combinaciones del experimento. La desviación estándar del error es 3.400368 para todas las combinaciones, debido al cumplimiento del supuesto de homoscedasticidad.

En general, y mediante la información obtenida en la Tabla 3, se puede considerar que el factor determinante y con mayor influencia en el porcentaje de germinación es la variedad; por tanto, el aumento del porcentaje de germinación depende de la variedad que se desee germinar. En este caso, la milanesa fue la que mejor desempeño presentó y la variedad recomendada, según los resultados de este estudio, para obtener plántulas. Este resultado garantiza un aumento en la posibilidad de obtener alimentos frescos en casa y ofrece oportunidades de empleo productivo, en concordancia con lo propuesto por la FAO (citado en Méndez, 2005).

Posteriormente, la luminosidad también se encontró como un factor que influye en la germinación confirmando que las mejores condiciones para el proceso de germinación están dadas cuando las muestras se someten a la luz ambiental. Vieira, Rodríguez & García (2018) reportaron que para las especies de *Vellozia*, es necesaria la luz para germinar, pues se obtuvieron mejores resultados en aquellas que estaban expuestas a la luz durante mayor cantidad de horas. An & Zhou (2017) observaron que para semillas de lechuga variedad Jianye Xianfeng, el 89 % de las semillas germinaba luego de 36 horas de luz, mientras que para el mismo tiempo, solo el 7 % de las semillas germinó en oscuridad.

Similarmente, Deng & Song (2012) concluyeron que las semillas de lechuga para la variedad Jianye Xianfeng exhibían mayor porcentaje de germinación a la luz; adicionalmente encontraron que la temperatura podía inhibir la germinación de las semillas, incluso bajo condiciones de iluminación; finalmente determinaron que las temperaturas óptimas de germinación bajo condiciones de oscuridad eran de 13 °C a 15 °C, mientras que para las semillas expuestas a la luz tendrían un rango de 11 °C a 19 °C.

La aplicación de los resultados obtenidos en esta investigación promueve el desarrollo de actividades rurales en contextos urbanos en la medida en que

“La autoproducción se torna imprescindible para quienes no alcanzan lo básico y se asimilan a la ciudad dentro de un tejido urbano que contribuyen a construir” (Torres Lima, 2000).

Se resume, a continuación, el orden de combinaciones, comenzando desde la más favorable hasta la menos favorable, concluidas en este experimento:

- Milanesa – luz ambiental
- Milanesa – oscuridad
- Conconina – luz ambiental
- Conconina – oscuridad

5. CONCLUSIONES

Las semillas de lechuga son una opción viable para iniciar siembra en huertos urbanos, ya que el proceso de obtención de plántulas es sencillo y requiere de pocos materiales y baja inversión. Específicamente en Colombia, la situación de empobrecimiento y carencia de condiciones mínimas para el ejercicio adecuado de las actividades rurales ha propiciado el desplazamiento de poblaciones vulnerables a los perímetros urbanos, lo cual no garantiza una mejor calidad de vida; es aquí donde debe repensarse el papel del autoabastecimiento alimentario. Resultados como los del presente artículo constituyen esfuerzos encaminados hacia la alimentación sostenible en espacios reducidos (Gómez Rodríguez, 2014).

Para obtener mejores resultados se recomienda utilizar la variedad milanesa sembrada en condiciones de luz ambiental, la cual presentará con un 95 % de confianza, un porcentaje de germinación promedio de 92.5 %. Esta variedad se puede adquirir fácilmente en almacenes de cadena.

El experimento presentó una alta variabilidad de los datos, la cual incrementó la desviación estándar de 2.75 % a 11.6 %, con lo cual el nivel de detección del 7 % fue bastante estricto para este estudio; sin embargo, a pesar de este aumento, se puede considerar que los valores supuestos al inicio del estudio siguen siendo pertinentes, al momento de analizar los veredictos arrojados por el modelo.

El factor que más influye en el porcentaje de germinación es la variedad; esto significa que la germinación presenta diferencias significativas en el tipo de lechuga utilizada, resultado que refuta lo reportado por el productor, el cual expone porcentajes de germinación iguales para ambas variedades.

La luminosidad también presentó diferencias significativas, demostrando que la mejor condición para la germinación es la exposición a la luz ambiental.

Referencias

- An, Z. F. & Zhou, C. J. (2017). Light induces lettuce seed germination through promoting nitric oxide production and phospholipase D-derived phosphatidic acid formation. *South African Journal of Botany*, 108, 416–422.
- CIATA. (1998). Producción de lechuga. Tecnología Agroalimentaria, Edición es, 3–5.
- Deng, Z., & Song, S. (2012). Sodium nitroprusside, ferricyanide, nitrite and nitrate decrease the thermo-dormancy of lettuce seed germination in a nitric oxide-dependent manner in light. *South African Journal of Botany*, 78, 139–146.
- FAO. (2011). Agricultura climáticamente inteligente. Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma: Naciones Unidas.
- García Arango, D. A., Aguirre Mesa, E. D., & Gallego Quiceno, D. E. (2016). Medidas de riesgo en modelos de inventario: ¿determinismo o incertidumbre en la producción sustentable? *Journal of Engineering and Technology*, 10-20.
- Garzón, E. (2011). Cartilla para el manejo integrado de la fertilización, las plagas y las enfermedades. Jardín José Celestino Mutis. Bogotá D. C.: Alcaldía Mayor de Bogotá D. C.
- Gómez Rodríguez, J. N. (2014). Agricultura urbana en América Latina y Colombia: perspectivas y elementos agronómicos diferenciadores. Medellín: Universidad Abierta y a Distancia.
- Instituto de Ciencias Agrarias-CSIC. (2014). Geminación y trasplante de lechuga. Madrid: CSIC.
- Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe. (2016). Agricultura urbana. Retrieved May 17, 2016, from <http://www.botanicomedellin.org/>
- Melrose, J.; Perroy, R. & Careas, S. (2015). Análisis y diseño de experimentos. *Statewide Agricultural Land Use Baseline*, 1.
- Méndez, M., Ramírez, L., & Alzate, A. (2005). La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica. *Cuadernos de desarrollo rural*, 51-70.
- Michellini, G.; Moraes, R. N.; Cunha, R. N.; Costa, J. M. H. & Ometto, A. R. (2017). From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition. *Procedia CIRP*, 64, 2–6.

- Michellini, G.; Moraes, R. N.; Cunha, R. N.; Costa, J. M. H. & Ometto, A. R. (2017). From Linear to Circular Economy: PSS Conducting the Transition. *Procedia CIRP*, 64, 2–6.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. (2nd ed). Universidad Estatal de Arizona. México D.F. Limusa Wiley.
- Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria.
- Saavedra Del Real, G. (2013). *Introducción a la producción de hortalizas* (1st ed.). Roma: FAO.
- Sepúlveda-Aguirre, J. (2016). Sustentabilidad ambiental: referente esencial para el desarrollo regional. *Producción + Limpia*, 11(2), 7-11.
- Takaki, M. (2001). New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(1), 104–108.
- Torres Lima, P. A. (2000). *Procesos metropolitanos y agricultura urbana*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2012). *Education for Sustainable Development*. Paris: UNESCO.
- Vieira, B. C.; Rodrigues, B. M. A. & Garcia, Q. S. (2018). Light exposure time and light quality on seed germination of *Vellozia* species (Velloziaceae) from Brazilian campo rupestre. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 238, 94–101.