



**DISEÑO DE METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL SISTEMA  
AGROECOLÓGICO NENDO DANGO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA  
DEL TOMATE CHERRY PARA AGRICULTURA URBANA**

PRESENTADO POR:

KATERIN PAOLA DE HOYOS GERONIMO

DIEGO FELIPE GALINDO SUAREZ

DAVID IGNACIO BUSTOS MARQUEZ

DIRECTORA:

LUISA FERNANDA CARVAJAL DÍAZ

FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD EAN

BOGOTÁ, D.C 2024

## Resumen

El método agroecológico para germinación de semillas Nendo Dango que usa bolas de arcilla como sustrato fue propuesto por el biólogo y pensador japonés Masanobu Fukuoka en los años 80's, se ha implementado exitosamente en diferentes proyectos de reforestación, restauración de ecosistemas y sistemas agroecológicos.

En este caso se usó para la generación de un documento dirigido al público general a manera de guía metodológica que recopile la información necesaria para la germinación de semillas de tomate cherry (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) como potencial alternativo en la producción de comida para huertas urbanas a pequeña escala, recreando los escenarios en los que podría estar una persona citadina con disponibilidad reducida de espacio, tiempo y conocimientos sobre agronomía; pero que le interese la producción de tomate para autoconsumo en su hogar.

Para evaluar la viabilidad de la aplicación del método en semillas de tomate cherry, se midió la tasa de emergencia de semillas comerciales de tomate cherry, en bolas de arcilla de 3 cm de diámetro, poniendo 3 semillas por bola de arcilla. Las bolas de arcilla son una mezcla de arcilla y abono, a las bolas de arcilla se les mantuvo hidratación diaria por medio de riego de aspersión cuidando que no se desecaran en ningún momento. La tasa de emergencia de semillas fue superior al 70%, lo que se considera un resultado positivo para la aplicación del método Nendo Dango para la propagación de semillas.

Basados en estos resultados se plasma la metodología en un documento que funge como instructivo que usa lenguaje coloquial, apto para la comunidad en general, que brinde

información sobre la metodología usando semillas de tomate Cherry y el paso a paso de aplicación en un entorno doméstico en un marco de agricultura urbana.

Palabras claves: Instructivo, Agricultura tradicional, Agroecología, Fukuoka, Nendo Dango, Semillas, Geminación

### **Introducción**

En un mundo donde la agricultura convencional muestra signos de agotamiento, emerge la necesidad de explorar alternativas que respeten los ciclos naturales y promuevan la sostenibilidad. Surgen nuevas tendencias en las ciudades, cada vez más interesadas en la relación entre la humanidad y la tierra, agricultura urbana, el reciclaje, pacas composteras, huertos verticales y la resignificación de espacios en el marco del desarrollo sostenible.

La implementación exitosa de prácticas agrícolas sostenibles garantiza la seguridad alimentaria a largo plazo, contribuyendo a la salud del suelo, la conservación del agua y la mitigación de impactos ambientales negativos (Kannan *et al.*, 2021). Es un compromiso con la coexistencia armónica entre la producción alimentaria y la preservación de los recursos naturales.

En este contexto, la metodología Neto Dango se erige como una propuesta innovadora para la germinación de semillas, representando un cambio hacia la agricultura sostenible (Paulo *et al.*, 2028).

Esta metodología alternativa, ofrece una perspectiva donde en lugar de reemplazar abruptamente los métodos convencionales, se propone una modificación de los sistemas productivos gradual y estratégica, al integrar componentes actuales de campos como el diseño y la ingeniería de materiales para mejorar las prácticas agrícolas.

Hay una creciente necesidad en las poblaciones de saber la procedencia de los alimentos que se consumen y se ha demostrado el efecto terapéutico que tiene en contacto con la naturaleza y la siembra de plantas (López *et al.*, 2016). Sin embargo en las ciudades hay una disminución en las áreas disponibles para cultivo en las unidades de vivienda actuales, donde puede que solo se cuente con una ventana, un pequeño patio o un balcón.

Ya que el tomate es la hortaliza más consumida en Colombia seguida por la cebolla de bulbo, la zanahoria, la cebolla de rama, la arveja verde, la habichuela y el repollo (Min. Agricultura, 2015), se optó por utilizarlo como modelo. Al ser una solanaceae tiene una serie de compuestos moleculares (solanina) que la hacen resistente a la herbivoría (Viera Almijos, 2020), sin embargo, es susceptible a múltiples hongos y artrópodos que en la industria convencional se tratan con fungicidas e insecticidas de síntesis química, que terminan siendo consumidos por las personas a la hora de comer sus alimentos.

Al ser la arcilla un material de costo moderado y el tomate una planta prolífica y con necesidades relativamente bajas (Viera Almijos, 2020) de nutrientes se puede contemplar como una opción para la adquisición de un producto de primera necesidad en la canasta familiar.

Se espera que a través de la generación de un documento escrito dirigido al público con la metodología, la replicación del método sea más sencilla para las comunidades interesadas en producción urbana de comida, como huertas de barrio, viveros comunales, huertas de universidades y colegios.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una metodología para la aplicación el método agroecológico de Nendo Dango en la germinación casera de semillas de tomate cherry en el marco de la agricultura urbana como propuesta de autoconsumo a pequeña escala en un hogar ciudadano.

### **Objetivos Específicos**

- Recopilar información relacionada con procesos de germinación y cultivo de tomate cherry.
- Realizar el montaje experimental de las bolas de arcilla con semillas siguiendo metodología agroecológica de Nendo Dango.
- Recopilar evidencia fotográfica del proceso de siembra y germinación de las semillas de tomate cherry siguiendo el método Nendo Dango.
- Analizar los resultados recopilados en cuanto a tasa de germinación y observaciones de interés para el consumidor en una posible futura implementación del sistema en un hogar ciudadano.

- Desarrollo de un documento digital y físico que recopile el proceso de aplicación de la metodología Nendo Dango en la agricultura urbana, usando semillas de tomate cherry.

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad, hay una sobrecarga de información en medios físicos y digitales que hace referencia a la producción de alimentos en entornos urbanos, sin embargo corren el riesgo de ser poco puntuales y no dirigidos a un producto específico de consumo prioritario en los hogares colombianos, como lo es el tomate.

A pesar de haber una necesidad creciente de consumir comida más limpia, las hortalizas como el tomate son consumidas casi directamente por las personas, con un lavado somero, sin embargo muchos de los agroquímicos con que se fumigaron se almacenan en semillas y cortezas (Castilla, 1995), aunque estos químicos sintéticos se usan en la agricultura moderna para aumentar la productividad de los cultivos, su uso excesivo puede afectar negativamente el medio ambiente, la salud humana y la biodiversidad.

Adicionalmente los residuos de la cosecha convencional de tomate son difícilmente utilizados en la industria para compostaje porque representan un foco de proliferación de hongos como *Fusarium sp.* (Reis, 1998). Por ello hay uso excesivo de pesticidas y fertilizantes minerales, representando amenaza significativa para el medio ambiente y la salud humana. Estos productos químicos convierten el agua y sus componentes en portadores de nitritos altamente dañinos, lo que subraya la urgencia de encontrar alternativas más respetuosas con el medio ambiente (Rahman y Debnath, 2015).

Convencionalmente, los tomates cherry requieren un proceso de germinación que implica un doble proceso de trasplante, el primero desde el semillero y el siguiente a una bolsa, para finalmente sembrarlo de manera definitiva en la tierra (Castilla,1995). Las personas habitantes de la ciudad que quisieran tener una planta de tomate en casa, pueden no contar con espacio destinado para semillero y esto puede llegar a ser un impedimento a la hora de tener su planta de tomate para autoconsumo.

En este contexto, la implementación de la metodología Neto Dango para la germinación de semillas, para el caso del proyecto, de tomate emerge como una respuesta innovadora y prometedora. Al reducir la dependencia de productos químicos sintéticos y promover prácticas agrícolas más sostenibles, esta metodología tiene el potencial de abordar tanto la crisis ambiental como la seguridad alimentaria de manera integral.

¿Cómo se puede difundir información sobre aplicabilidad tendría el método de Nendo Dango o bolas de arcilla en la germinación de semillas de tomate cherry con un enfoque de producción de alimento para auto-sostenimiento en un hogar de Bogotá, Colombia?

### **Justificación**

Las necesidades de comida en la ciudad solo van en aumento, debido a la explosión demográfica urbana. La normatividad colombiana establece unas medidas específicas en cuanto a viviendas nuevas (Observatorio del Hábitat, 2022), y se estima que la mayoría de las ciudades principales se encuentran dentro de los estándares mínimos, las áreas estimadas que ocupa un habitante en algunas ciudades capitales se observan en la Tabla 1.

Los datos arrojados por el estudio en mención dan cuenta de una reducción sustancial en la última década de las áreas disponibles en vivienda y un aumento de las condiciones de hacinamiento, para el caso de Bogotá en un 65% del área de la ciudad.

El área que tiene cada ser humano para el desarrollo de sus actividades cotidianas, afecta directamente qué área podría disponer para la producción de alimento de manera autónoma.

Se estima que actividades como la jardinería y agricultura tienen un efecto favorable en la nivelación de los estados de ánimo y la salud psicológica (Mule, 2015). Sin embargo, no todas las personas que quieran realizar una actividad de este tipo pueden disponer de un jardín, patio o huerta.

La producción de comida soportada desde la agricultura convencional posterior a la revolución verde tiene una dependencia excesiva de insumos externos poco eficientes y costosos está generando problemas ambientales y de salud. Esto incluye el uso excesivo de fertilizantes, abonos y pesticidas sintéticos, que no respetan los ciclos naturales del medio ambiente ni las condiciones hídricas y edafológicas.

Tabla 1. Superficie por persona, principales ciudades, 2018.

<b>Ciudad</b>	<b>Área construida urbana 2018</b>	<b>Población Censo 2018</b>	<b>Superficie m2/Hab</b>	<b>Media De habitantes por hogar</b>
Cartagena de I.	24.251.247	876.885	27,7	3,5
Manizales	12.604.512	405.234	31,1	2,9
Barranquilla	38.873.628	1.205.284	32,3	3,8

Armenia	9.583.748	287.245	33,4	2,9
Cali	73.561.893	2.172.527	33,9	3,2
Pereira	13.098.553	385.838	33,9	2,9
Bucaramanga	20.249.856	570.752	35,5	3,0
Medellín	89.910.763	2.382.399	37,7	3,0
Bogotá	281.996.201	7.387.400	38,2	2,9
Ibagué	20.343.048	492.554	41,3	2,9
<b>Promedio</b>	<b>584.473.449</b>	<b>16.166.118</b>	<b>36,2</b>	<b>2,9</b>

Fuente. IGICA Vig 2019, Censo de población y vivienda 2018. Cálculos SDHT-Subdirección de Información Sectorial, Bogotá

Hay una carencia de información sobre la producción de comida en espacios urbanos reducidos, enfocada en tomate cherry; a pesar de que es una verdura de consumo primordial en la canasta familiar colombiana. El público en general puede confundirse con muchos términos técnicos ya que no todos manejan un lenguaje técnico, por lo que surge la necesidad de canalizar y plasmar la información en un documento comprensible y de sencilla difusión.

### **Análisis de Requerimientos**

El desarrollo de la prueba de piloto considera dos líneas de acción, en primer lugar una línea investigativa a través de consulta de bibliografía y un diseño experimental; y en segundo lugar con el diseño de un documento escrito dirigido al público.

Se requiere consultar información que brinde un contexto de los antecedentes en Colombia y más precisamente, en una ciudad principal como por ejemplo Bogotá, relacionados con la aplicación del método Nendo Dango en algún tipo de huerta urbana o vivero, así mismo de las especies recomendadas para aplicación del método, que pudiera brindar información previa.

Adicionalmente, la revisión del procedimiento correcto para la aplicación del método, en cuanto a tipo de material, procesos de armado de las semillas y riego. Del mismo modo, consulta bibliográfica sobre germinación de tomates (u otras solanáceas), sus requerimientos nutricionales, iluminación, tiempos de germinación y tasas de germinación y supervivencia.

Finalmente, la definición del del usuario final potencial del documento, al analizar la problemática actual de la disminución del área de vivienda en las ultima década, se define que las condiciones ideales para la persona usuaria del producto son: un ciudadano de cualquier sexo, edad, condición socioeconómica y nivel de estudios; que esté dispuesto a tener alrededor de tres plantas de tomate cherry a manera de cultivo de auto-sostenimiento en su hogar, que crecerán en un espacio reducido tipo balcón, terraza o ventana.

### **Marco de referencia**

La agricultura como actividad antrópica ha causado una gran alteración de los paisajes, que se constituyen sistemas dinámicos, a los que se les ha alterado la sucesión vegetal, de forma natural este ciclo tarda cientos de años en completarse, pero gracias a la intervención humana se puede acelerar a pocas décadas (Grageda *et al.* 2020).

La permacultura y los métodos regenerativos de agricultura, denominados como agroecología, surgen como respuesta a estas dinámicas intensivistas de producción de alimento. Uno de sus puntos centrales es la ética de la permacultura, que se basa en el cuidado de la tierra, de la gente y la generación de excedentes en tiempo, dinero y energía.

El objetivo de la economía "Permacircular" es a escala global: se trata de invertir las tendencias que nos llevan a cruzar los límites planetarios y de volver a una huella ecológica del tamaño de un planeta, más precisamente de la Tierra.

Una de las metodologías con mayor acogida son las propuestas por el biólogo y pensador Masanobu Fukuoka, quien propone la "Agricultura natural" como alternativa a los métodos de agricultura convencional.

Unas de las metodologías propuestas por Fukuoka es la técnica del 'Nendo Dango' que permite incorporar sustratos alternativos como parte del proceso de germinación de semillas de herbáceas, la arcilla aporta una capa mínima de suelo, sobre la que crecen las herbáceas. Estas herbáceas, crean las condiciones necesarias para germinar especies arbustivas, rastreras y arbolillos (conocido como monte bajo), que ayudarán a crear más suelo.

### **¿Qué es el Nendo Dango?**

Es una especie de pulverización o encapsulado. Consiste en embadurnar semillas en una capa de arcilla y hacer bolas de un grosor determinado dependiendo del tamaño de cada semilla.

Para protegerla una vez depositada en el terreno y evitar que alimento de pájaros, roedores y otros animales. Las semillas están así protegidas a la espera de la época lluviosa. En ese momento la arcilla absorbe el agua y la semilla la utiliza para poder germinar. Un sistema sencillo pero que requiere cierta especialización a la hora de realizar las bolitas de arcilla o "Nendo Dango".

El método Nendo Dango destaca por su relativa sencillez, al consistir simplemente en el encapsulado de semillas para su protección, se utilizarán preferentemente las variedades locales de cada zona, debido a su mejor adaptación genética. Es eficaz para reforestar aquellas zonas más desérticas o aquellas con gran erosión en su suelo, e incluso sembrar especies como plantas, arbustos y árboles. Se trata de una estrategia viable para sacar el máximo provecho a las semillas y también a los espacios de producción agrícola.

El doctor Fukuoka nació en 1913 sobre la isla de Japón, le otorgaron premios de innovación agrícola en países como la India, China y Japón, estos reconocimientos fueron principalmente por su éxito en la llamada agricultura natural; escritor de siete libros, entre ellos uno traducido a quince idiomas, "La revolución de una brizna de paja", destacando el pensamiento filosófico de mahatma Gandhi, los principios tanto teóricos como prácticos, basados en una agricultura amigable no solo con el ecosistema de cada región, con la raza humana y todos sus derivados con la simbiosis o sea, el sistema inherente del planeta tierra. En su isla cultivó por más de sesenta años ya más de 100 especies de alimentos, todos estos sin la necesidad de agroquímicos.

Fukuoka destacó por la sencillez en la que su método de agricultura natural impactó positivamente a su región natal y al mismo tiempo con las que colindan no sólo geográficamente hablando, sino que también las regiones que también paralelamente sufren los impactos sociales y económicos mayormente procedentes por la toma de decisiones de los diferentes gobiernos que terminan siempre enrutando al campesino a ser parte de la cadena de abastecimiento inútil viéndolo de manera técnica pero no de igual forma en forma comercial (Fukuoka, 1978).

Fukuoka se dedicó a debatir la gran propuesta de cambio y de desarrollo a los métodos convencionales de la agricultura industrializada por los mercados que todo lo quieren abarcar y que creen que nada se le escapa.

Predecía que para el año 2000 los recursos naturales de la Tierra se agotarían, debido al uso excesivo de los recursos naturales todo esto con el fin de fortalecer formas arcaicas y ultra ortodoxas para arar, cultivar, cosechar y producir alimento limitándose a generar ganancias reflejadas en números pero olvidando significativamente los indicadores de intensidad en el uso de la materia por unidad de servicio: la “materia” que no se ve pero que si hace parte y fundamental del alimento que se consume a diario por lo menos en promedio por la mitad de los habitantes del mundo, no se tiene en cuenta en el costo final que se ve en el supermercado, sin embargo este valor omitido por la industria, lo está asumiendo el suelo y todos sus componentes.

El impacto sobre el terreno es positivo debido al uso simple de la técnica japonesa Fukuoka procedente de su sencillez en la producción a escala de flora natural y por ende de equilibrar la simbiosis de los ecosistemas altamente dañados por el ser humano contemporáneo.

Fukuoka enfatizó en la importancia del estudio de los suelos en los procesos de agricultura, en la Tabla 2 se relacionan las diferencias entre un suelo fértil y uno eriazo, es decir un suelo muy perturbado y pobre en nutrientes. Es el suelo que se usa en la agricultura tradicional, que requiere fertilizantes para que pueda soportar los cultivos intensivos.

Tabla 2. Diferencias entre un suelo fértil y un suelo eriazo

<b>TIPOS DE SUELO PARA MÉTODO FUKUOKA</b>			
<b>Suelo no eriazo</b>		<b>Suelo eriazo</b>	
Productivo	Sostenible	Baldío	Erío
Nutrientes	Funcionable	Estepado	Desierto
Orgánico	Biológico	Baldío	Destruído
Estructurado	Fértil	Improductivo	Deforestación

Fuente: Guerrero *et al.*, 2000

La arcilla se considera tierra finamente dividida, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, que procede de la descomposición de minerales de aluminio, su color a simple vista varía de las impurezas que esta contenga al momento de ser extraída del suelo o montaña, empezando por el blanco, en la Tabla 3 se enumeran algunos tipos de arcillas.

La turba por su parte, es un compuesto orgánico, carbón ligero, esponjoso y de aspecto terroso que se forma en lugares pantanosos debido a la descomposición de restos vegetales.

Tabla 3. Arcillas y minerales asociados

TIPOS DE ARCILLAS			
Capa	Grupo	Subgrupo	Minerales
1:1	Caolín/ serpentina	Caolines Serpentinas	Caolita, dicktita, nacrita, crisolita
1:1	Talco / pirolita	Talcos Pirolitas	Talco, pirolita
	Esmerita	Montmorillonitas Saponitas	Montmorillonita, saponita
	Vermiculita	Verminulitas trioctaedicas	Vermiculita
	Ver	Micas Micas frágiles	Biotita, moscovita, clintonita, margarita
2:1:1	Clorita	Cloritas Trioetaedricas	Clinocloro, chamosita, sudoita, nimita
2:1	Sepiolita palygorskita	Serpiolitas Palygorskitas	Sepiolita, loughlinita, polygorskita

Fuente: Guerrero *et al.*, 2000

### Impacto sostenible

La técnica del Nendo Dango, basada en la creación de bolas de arcilla con semillas diversas, representa una oportunidad única para recuperar y preservar la biodiversidad local de forma natural y no nociva. Usada en contextos de reforestación se enfoca en aspectos clave por su simplicidad y eficacia, siendo adoptada en diversas partes del mundo como una práctica

agrícola sostenible. Una de sus facultades es asegurar la adaptabilidad de las especies a su entorno natural. La técnica del Nendo Dango no solo es eficaz sino también sostenible, ya que requiere un mínimo impacto en el suelo y ofrece altas probabilidades de éxito en la germinación de las semillas.

El Nendo Dango destaca como un ejemplo de innovación y observación cuidadosa de la naturaleza, para implementar esta estrategia de creación, aprovechando su ubicación estratégica y su importancia ecológica para contribuir activamente a la restauración de este entorno natural .

Esta técnica ha mostrado ser efectiva en la restauración de hábitats naturales, las bolas de arcilla están constituidas por agregados de silicatos de aluminio hidratados, que proceden de la descomposición de minerales de aluminio, su color a simple vista varía de las impurezas que esta contenga al momento de ser extraída del suelo o montaña, empezando por el blanco (Gallegos, 2023.)

### **Germinación de semillas**

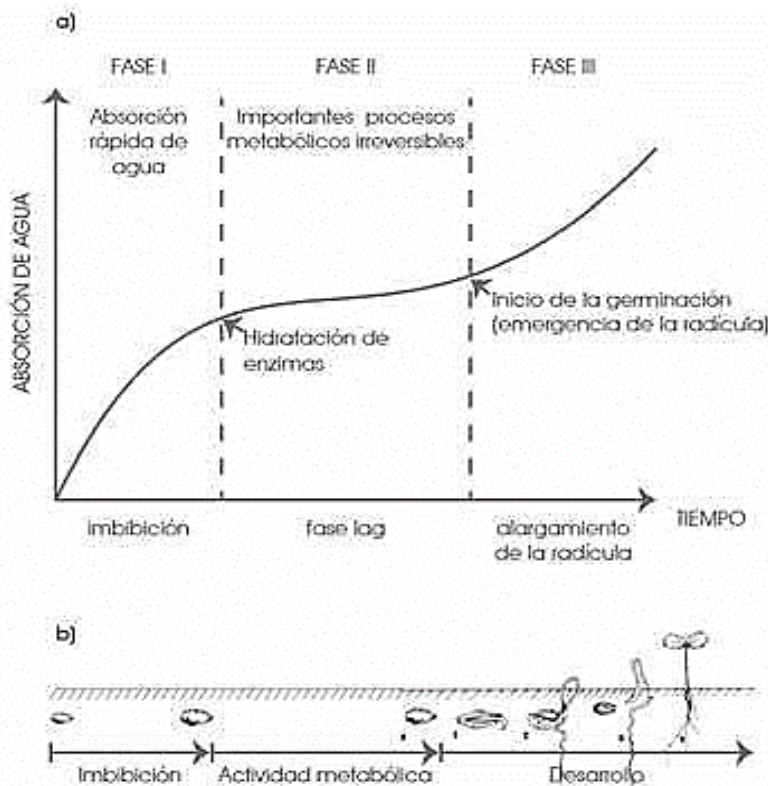
En cuanto a la germinación de semillas existen pruebas de germinación estándar, que constituyen el procedimiento más común para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas. Teniendo en cuenta que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, se puede tener una sobreestimación del comportamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semillas en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (McDonald, 1980).

La prueba de germinación tiene como finalidad determinar la viabilidad de un lote de semillas, la cual se determina a través del por ciento de semillas que tienen la capacidad de generar plántulas normales, bajo condiciones óptimas de luz, agua, aire y temperatura. La prueba de germinación “estándar entre papel” se desarrolla en condiciones de laboratorio, consiste en evaluar la semilla tratada con ciertos compuestos químicos en condiciones controladas de humedad, temperatura y luz, para determinar el porcentaje de plántulas normales que determinan la capacidad germinativa. La Figura 1 ilustra el comportamiento de la germinación de una semilla.

El proceso de germinación está dividido en tres estadios:

- i) imbibición de agua
- ii) activación del metabolismo, síntesis de proteínas y carbohidratos y degradación de reservas
- iii) desarrollo del embrión y ruptura de las testas a través de la cual se observa la emergencia de radícula y posteriormente la plúmula o tallo

Figura 1. Fases de germinación de semillas



Fuente: Velásquez, 2014

Teniendo en cuenta que las semillas de tomate usadas en el desarrollo del presente trabajo ya cuentan con diferentes atributos medidos en su proceso industrial de empaque, entre estos se encuentran: la calidad genética, rasgos fisiológicos, vigor y tasa de germinación. además de otros factores, físicos y sanitarios y que la calidad fisiológica de la semilla comprende la suma de todas las propiedades o características, que determinan el nivel potencial del comportamiento de las semillas y el establecimiento del cultivo. No se hará un análisis de ningún rasgo fisiológico ni las variables anteriores, para efectos del experimento propuesto.

Los componentes de la calidad de la semilla incluyen los aspectos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios (microorganismos e insectos) (Velázquez, 2014). La calidad fisiológica puede ser beneficiada a través de pre-tratamientos directos en la semilla antes de la siembra, en este caso no se les hará ningún pretratamiento a las semillas, antes de sembrarlas en las bolas de arcilla, se busca recrear un escenario que tendría un ciudadano promedio a la hora de sembrar semillas en su hogar.

## **Metodología**

### **Materiales y métodos experimento germinación**

El experimento se desarrolló en la ciudad de Bogotá, a 2600 m, que tiene una temperatura promedio de 20 °C y una humedad relativa promedio entre el 77% y 83%, en el interior de un hogar con disponibilidad de luz directa de una ventana, recreando unas condiciones de tratamiento casero.

Generalmente para la germinación de semillas de tomate se utilizan diferentes sustratos y fungicidas (Abad, 1998), para este experimento no se usó ningún tipo de fungicida, salvo el que pudiera tener desde la fábrica la semilla de tomate, si se utilizó una porción de 1:3 de abono orgánico. Para los recipientes donde se depositan las bolas de arcillas para su germinación se usaron bandejas transparentes de plástico, que según Fernández-Bravo en 2000, propone como ideales gracias a que su material es poco reactivo y no acumula humedad, como puede observarse en la Tabla 4.

Se sembraron un total de 4 repeticiones de 15 bolas de arcilla, cada una con 3 semillas en su interior, para un total de 180 semillas de tomate, se siguió la metodología de Fukuoka descrita a continuación

### **Proceso de elaboración de Nendo Dango**

La mejor fecha de preparación de los Nendo Dango es con el calor de época seca, justo tras la época de recolección de semillas en general. Es más fácil el secado tanto de las semillas como de la arcilla.

Idealmente se seca el primer día a la sombra y luego dos días (máximo) al sol, sin embargo puede dejarse 12 a 24 horas al exterior si hay tiempo seco. Para comprobar que están totalmente secos, se puede romper uno, y probar la dureza de las semillas de su interior (comprobar que no se rompen con la uña). Si las semillas están totalmente secas, ya están listos para ser almacenados.

La calidad de la mezcla es importante para cosechar buenos resultados en nuestra siembra. Para evaluar esta calidad, se preparan bolitas con diferentes tipos de arcilla y con diferente proporción de ésta. Una vez elaboradas y desecadas correctamente, las sumergimos en agua con cierto grado de profundidad y observamos cómo se van deshaciendo. La última que se descomponga en el agua indicará que es la de mejor calidad y cuya composición muestra un mejor comportamiento para nuestros propósitos.

-Bolita de arcilla (clásico): muy compactas de tamaño 2-3 cm de diámetro. Cuando se usan en ambientes naturales, se usan cada vez menos porque se rompen con más facilidad y los

animales se las pueden comer. Por otro lado, puede entrar en sitios donde el disco no lo hace.

-Disco: Hacer una especie de cilindro con un diámetro de un mínimo de 4 cm y cortarlo en discos de 2 cm de espesor. El amasado debe ser apretado, no necesitamos rodarlo demasiado a la Manual Práctico de Reforestación mediante Nendo Dango se debe tener cuidado que quede expuesto al aire en su interior. Podemos usar una laminadora o espátula de albañil para cortarlos.




Para este caso se usó la técnica de bolas de arcilla, no discos, que se almacenaron por una semana y se pusieron a germinar en bandejas plásticas con dos riegos diarios, uno en la mañana y otro en la tarde.

Los datos de referencia para los tiempos estándar de germinación de semillas de tomate se basaron en el estudio de Fernández-Bravo et al, en 2006; que realizó la germinación de semillas de tomate con un tratamiento constituido por un almácigo tradicional, compuesto de la mezcla 3:1 de capa vegetal y materia orgánica. El sustrato fue desinfectado con una solución de formalina al 47%, utilizando 100 cc.m<sup>-2</sup>. Las semillas se sembraron a chorro corrido con una densidad de siembra de 80 semillas por metro lineal (por surco) generando cinco surcos por tratamiento, con lo que se sumó un total de 400 semillas por tratamiento. Se realizaron dos riegos diarios durante todo el ensayo, uno en la mañana y otro en la tarde.

Tabla 4. Proceso montaje bolas de Nendo Dango

No	Imagen	Descripción
----	--------	-------------

<p>1</p>		<p>Acondicionador de suelos a base de turba rubia, retenedor de humedad.</p>
<p>2</p>		<p>Semillas comerciales de tomate, porcentaje de germinación reportada de 86%</p>
<p>3</p>		<p>Producto comercial Tierra Ferti Tierra, producto de abono desarrollado especialmente para macetas de interior</p>

<p>4</p>		<p>Mezcla de sustratos y arcilla</p>
<p>5</p>		<p>Armado de bola de mezcla de sustratos con arcilla de aproximadamente 3cm de diámetro, Las semillas se introducen una vez están armadas las bolas de arcilla y se vuelven a cerrar</p>
<p>6</p>		<p>Secado de bolas de arcilla a ambiente, al sol por 12 horas.</p>

Fuente: Autores

### Análisis cuantitativo de germinación

Se evaluó la variable de tasa de germinación de las semillas mediante un indicador de porcentaje de Emergencia (TE), que se calculó con la ecuación a continuación, dividiendo la cantidad de plantas emergidas entre la cantidad de semillas plantadas, multiplicado por 100.

Ecuación 1. Tasa de germinación de semillas por medio de cálculo de porcentaje de emergencia

$$\%TE = \frac{\text{Cantidad de plantas emergidas}}{\text{Cantidad de semillas plantadas}} * 100$$

### **Materiales y métodos redacción guía metodológica**

El documento de guía con las instrucciones se desarrollará en Microsoft Word y el documento entregable para el público se elaborará con la ayuda del programa de diseño en línea Canva.

### **Análisis de las restricciones**

#### **Contexto político, económico y social**

En Colombia existen actualmente dos organismos gubernamentales que protegen e incentivan las buenas prácticas asociadas al ambiente, la tierra y las fuentes hídricas de las que estas provienen, sin embargo, deforestación excesiva, explotación del suelo y

detrimento del agua son algunos de los impactos ambientales ligados a la agricultura (Altieri y Nicholls, 2009).

Si bien las políticas nacionales pueden ser reformadas eventualmente, la región andina ha sido afectada principalmente por la siembra, cultivo y producción de comida, debido a la presencia de suelos fértiles, cercanos a zonas volcánicas, además fácilmente deforestadas por tratarse de ecosistemas de bosque seco tropical (Vásquez y Ramos, 2013).

Para la implementación de una nueva técnica de cultivo es indispensable reconocer las restricciones que proceden primeramente del cambio ambiental del que proviene la capacidad nutricional que suelo necesite labrarse, el alcance hídrico sin necesidad de crear infraestructuras y el campesinado que coadyuva al cambio de la misma sin percutir en gastos que al final no se verán retribuidos de ninguna manera, al contrario, actualmente se convirtió en un círculo vicioso el uso y abuso de fertilizantes, pesticidas, fungicidas y herbicidas (Nivia, 2000), convirtiendo a la cadena de producción de alimentos agrónomos en una millar de actividades más allá de lo originario y oriundo de lo que se denomina cultivar.

En el ámbito económico, aunque el método Fukuoka no necesita elementos adicionales a los que ya existen en la naturaleza, como son la arcilla, el sustrato y la semilla, es importante dar a conocer que el glifosato actualmente es el herbicida que más se usa en la agroindustria y abunda en los suelos.

Está declarado por los organismos de ambientalistas que el uso de pesticidas y otros, derivados del glifosato causan cáncer en el ser humano principalmente en el sistema

digestivo, contemplando por rango de fatalidad, estómago y colon (Nivia, 2000). Es por esta razón que la campaña para alimentarse mejor en el siglo XXI tiene cada vez menos acogida al mundo, proveniente en la mayoría de los casos debido a la diferencia de clases y por ende de ingresos que permite o no al individuo gozar de una canasta alimenticia equilibrada y que nutricionalmente disponga de todos y no en su mínima representación, el variado número de frutas y vegetales que se deben ingerir adecuadamente para disfrutar de un buen bienestar en salud.

La diferencia con el método Fukuoka aplicado a Colombia es que la derivación del futuro árbol se realiza de forma endógena, en agricultura cuando un cultivo se llama endógeno aparece dentro de sí o no representa en su mayor contenido, partes externas o elementos que no forman parte de su contenido molecular y/o genético.

Es el caso contrario en algunos otros casos de éxito por ejemplo, proyectos de reforestación en Filipinas donde se lograron recuperar un millón y medio de hectáreas, pero procedentes de especies no endógenas atrayendo consigo un desequilibrio en la fauna y flora además del desbalance simbiótico que no es lo esperado para este caso, por eso mismo se sabe de la importancia de suministrar la materia prima en su mayoría oriunda de la región (Le *et al.*, 2014).

Otro caso de éxito es el de la isla de Madagascar, que dado a su muy variada y la vez frágil variedad de especies tanto vegetales como animales, se había venido explotando el territorio a niveles astronómicos, consumiendo el 90% de sus recursos naturales desmesuradamente; ya para el 2007, las acciones de organizaciones no gubernamentales

como el Edén Proyectos a cultivado un total de 80 millones de árboles en toda la isla, recuperando el ecosistema y todos sus derivados como el turismo (Holloway, 2004).

En el caso de Corea del Sur, precisamente en los años 50' en consecuencia de la segunda guerra mundial y la invasión japonesa, el uso excesivo de materias primas sobre todo madera y carbón produjeron el agotamiento de los recursos naturales y debilitamiento de las estructuras internas del suelo mismo. Índices muy importantes para toda región ya que enmarcan el futuro, el avance de la economía y el desarrollo del país junto a la prosperidad de sus conciudadanos (Park, 2017). La reforestación de Corea ha incrementado a niveles empero a los deseados, reparando el bioma significativamente cubriendo dos tercios de su región con más de 11.000 millones de árboles a la fecha.

## **Resultados**

### **Resultados experimentales**

Se realizaron los ensayos de germinación de las semillas de tomate cherry. Se llevó a cabo una siembra de 4 repeticiones en total, cada una con 15 bolas de arcilla, que contenían 3 semillas en su interior, para un total de 180 semillas de tomate, se siguió la metodología de Fukuoka. Se midió el criterio de tasa de emergencia, los resultados se ilustran en la Gráfica 1 y se registraron en la Tabla 5.

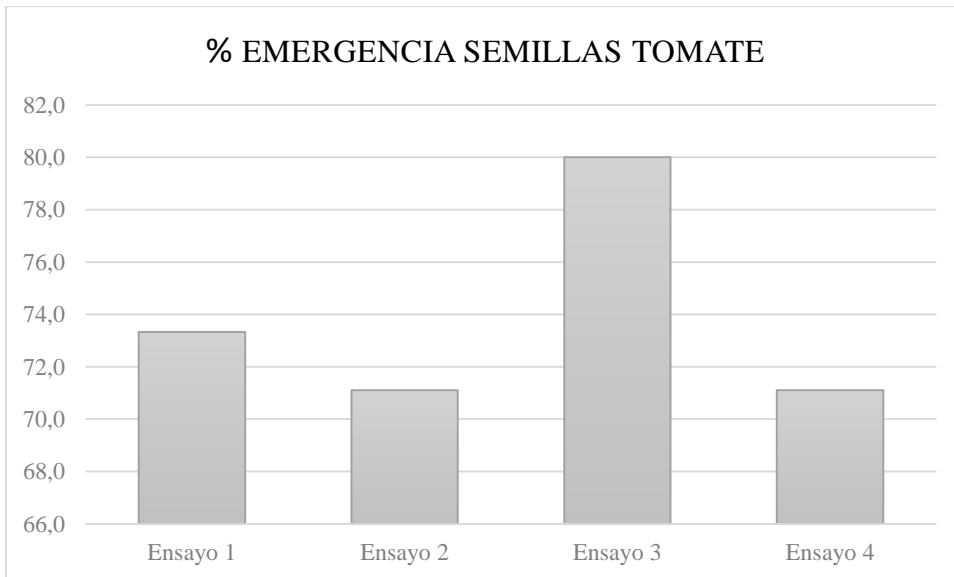
Tabla 5. Registro emergencia de plántulas desde semillas de tomate

<b>Emergencia de plántulas tomate en Bolas de arcilla</b>				
<b>Bola de arcilla</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>Ensayo 4</b>
1	1	2	3	3

2	2	3	2	1
3	2	1	3	3
4	1	1	2	3
5	0	2	3	2
6	3	3	2	2
7	3	2	0	1
8	3	3	2	2
9	3	1	3	1
10	2	3	3	3
11	2	3	3	3
12	2	2	2	0
13	3	3	2	2
14	3	1	3	3
15	3	2	3	3
<b>% EMERGENCIA</b>	<b>73,3</b>	<b>71,1</b>	<b>80,0</b>	<b>71,1</b>

Fuente: Autores

Gráfica 1. Porcentaje de emergencia de semillas de tomate



Fuente: Autores

Si bien llama la atención que hubo algunas muestras en las que ninguna plántula emergió, se tuvo que en la mayoría de los ensayos al menos hubo una plántula por bola de arcilla que emergió y en varios casos las tres semillas lograron germinar.

### **Resultados documentación de metodología**

En el Anexo 1 y Anexo 2 del presente documento se encuentran los documentos que serán instructivo para el público en general que desee aplicar la metodología Nendo Dango para el cultivo doméstico de tomate cherry, así mismo un entregable de fácil comprensión en lenguaje coloquial para las comunidades interesadas.

### **Análisis**

Se consiguió recopilar información suficiente para la elaboración y redacción de la metodología de aplicación del método Nendo Dango con semillas de tomate cherry, en el documento, se generaron dos registros, el primero a manera de ficha técnica y el segundo a manera de folleto entregable.

En cuanto al análisis experimental, la tasa de emergencia encontrada en los ensayos realizados fue mayor al 70%, lo cual arroja un resultado correspondiente a lo reportado en la literatura, se puede intuir que los tomates Cherry, al ser un híbrido entre un tomate domesticado y una especie silvestre presentan un vigor híbrido propio de este tipo de hibridación (Córdoba, 2018).

Las bolas de arcilla mostraron un comportamiento positivo frente a los riesgos constantes, permitiendo la hidratación y posterior apertura. Se ha estudiado que el ambiente puede

llegar a influir en la emergencia de semillas, así como la dormancia y el crecimiento de la plántula (Windauer et al., 2012).

Sin embargo las plantas presentan una alta adaptabilidad a las condiciones ambientales y han mostrado una alta supervivencia en condiciones de cambio climático, de sequía, por lo que la desecación en un ambiente de arcilla puede ser soportable para ellas, así mismo puede mostrar plasticidad propia de la especie (Ginwal et al., 2005).

Diferentes experimentos sobre emergencia de semillas han mostrado que la germinación y emergencia no necesariamente garantiza la supervivencia de la plántula, pues pueden ser consumidas por herbívoros o afectadas por las adversidades del ambiente, sin embargo, al tratarse de un ambiente doméstico con poca presencia de herbívoros, puede favorecer el crecimiento posterior de las plantas.

### **Criterios de evaluación del éxito del diseño de la metodología**

Se propone el método de evaluación del éxito de la metodología mediante la Selección de Criterios, que consiste en el reconocimiento de cómo sería un diseño aceptable, tomado de la metodología propuesta por Cross en 2001. Los criterios que se toman son los siguientes:

1. Especificaciones de producción de Nendo Dango
2. Tasas de emergencia de semillas en método Nendo Dango

Luego de una metodología de lluvia de ideas, además de una consulta bibliográfica; se identificaron las siguientes especificaciones que deben cumplir las bolas de Nendo Dango para germinación de bolas de tomate.

Tabla 6. Especificaciones para producción de bolas Nendo Dango con semilla de tomate\*

<b>Especificación</b>	<b>Medida/Descripción</b>	<b>Unidades</b>
Forma	Esfera	N/A
Peso	10	g
Diámetro	3	Cm
Composición arcilla	80	%
Composición turba	10	%
Composición abono	10	%

Fuente: Autores

En cuanto a la tasa de emergencia de las plántulas desde las bolas de arcilla Nendo Dango, se establece que una emergencia superior al 70% es óptima para la obtención de plantas en el hogar de los consumidores.

### **Análisis de Costos**

Los problemas de diseño siempre se plantean dentro de ciertos límites. Uno de los límites más importantes, por ejemplo, es el correspondiente al costo: lo que el cliente está preparado para gastar en una nueva máquina, o lo que puede esperarse que paguen los consumidores finales como precio de compra por un producto (Cross, 2021). En este caso existen unos costos de producción, que correrían por cuenta de quien adopte y aplique la metodología, ya si la persona quiere comercializarlos, tendría que realizar sus propios cálculos y flujos de caja. A continuación, se discriminan los costos identificados para el desarrollo del proyecto.

### **Costos Directos**

Para desarrollo del piloto se tuvieron en cuenta diferentes costos directos, relacionados directamente con la manufactura e insumos del producto final, así como la mano de obra directamente involucrada, materias primas, alquiler de un espacio de trabajo y servicios públicos; se aclara que se trata de costos variables, sin embargo se procuró tomar medidas lo más estándar posible como el día de trabajo basado en un salario mínimo legal vigente, así mismo contemplar un rubro para imprevistos.

### **Costos fijos**

Como costos fijos se tomó el alquiler de un espacio bajo un arriendo que pagaría una familia de clase trabajadora en Bogotá, estrato 2 y el costo del metro cúbico de agua en Bogotá en estrato 2, son costos que permanecerían constantes pues se aumentan anualmente, aunque el uso de agua es relativamente poco, se contempló ese ítem, por pequeño que fuera.

### **Gastos generales**

Se tuvo en cuenta un gasto general de publicidad, correspondiente al diseño del folleto que ilustre el concepto de Nendo Dango y la correcta metodología para la óptima germinación de quién quiera poner en práctica el proceso, adicionalmente del turno de trabajo para la persona que pueda imprimir el folleto.

Este es un producto artesanal que se elabora de manera doméstica, sin embargo, en el mercado ya existe un producto similar, de una empresa que comercializa las bolas de arcilla con el mismo método, que usa algunas especies de plantas del género *Asclepia sp.* que son

hospederas de mariposas monarcas y cada bolita está estimada en el mercado por el precio de \$6.000 COP, entregadas en un empaque de caja de cartón.

### **Capital de trabajo**

Si bien el capital de trabajo es inyectado primordialmente por los autores del presente proyecto en esta primera instancia. Puede proyectarse una fase posterior de implementación financiada por un programa de estímulos o programa distrital relacionado con el ambiente.

En cuanto a un comparativo con los precios del mercado, se estima que cada bolita el sistema propuesto por los autores, con semillas de tomate se produce por un valor de \$1.450 COP, es decir un precio 75% más bajo que el producto encontrado en el mercado, aunque resaltando que en caso de la semilla de tomate no se calcula aún un rango de utilidad. Si eventualmente se proyecta un 30% de utilidad para poner a la venta, se podría comercializar por \$1.900 COP (sin gastos de envío o logística).

Se observa que otros productos en el mercado contemplan que no es viable para un consumidor adquirir una sola bola de arcilla, pues se estima una emergencia del 70% de las plántulas, así que cada hogar debería poner a geminar por lo menos 3 bolas de arcilla. En general se encontró que las empresas que comercializan las bolitas de arcillas, venden por lo menos 6 unidades por envío.

Tabla 7. Producción de un lote de Bolas de Nendo Dango 200 unidades

<b>Tipo Costo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (COP)</b>	<b>Costo total (COP)</b>	<b>Obser.</b>
Directo	Materias primas	Turba rubia	200	g	7.000	7.000	N/A
		Arcilla	1.6	kg	8000	12.800	N/A
		Abono	200	g	7.000	7.000	N/A
		Semillas tomate Paquete	6	Paquete (100 unidades)	5000	30.000	N/A
		Recipiente plástico	20	Unidad	2000	40.000	N/A
Fijo	Servicios	Agua	6	lt	4.82	2.892	Fuente EEAB, costo de m3 de agua 2024
	Instalaciones	Alquiler espacio	1	día	16.000	16.000	N/A
General	Publicidad	Turno de trabajo	2	Jornada (8 horas)	48.733	97.466	Base 1 SMLV Colombia

		Impresión	50	Unidad	25.000	25.000	N/A
	Imprevistos	Imprevistos	1	N/A	50000	50.000	N/A
<b>TOTAL</b>						<b>288.158</b>	

Fuente: Autores

### Ingeniería de valor

Dando un enfoque sistemático al producto de Nendo Dango, se encuentra la particularidad de que es un producto poco comercializado sobre el que la documentación de tiempos, movimientos de material y procesos no es muy extensa, sin embargo, se identificaron tres factores sobre los que pueden aplicarse reducción de costos sin afectar el producto final:

En primer lugar la utilización de cubetas de huevo u algún otro material reciclable en el proceso de armado y secado de las bolas de arcilla, en lugar de recipientes plásticos, logrando un enfoque de sostenibilidad, manteniendo el producto final.

- Otra oportunidad de eliminación de gastos innecesarios es la creación de un folleto virtual a manera de imagen en formato *.jpeg* que pueda enviarse por medio de un medio electrónico y que no implique la impresión en papel, evitando el uso de tintas derivadas del petróleo, más los gastos asociados de transportes y materia prima del papel.
- Otra característica del producto que permite que se bajen los costos de producción, implica la conexión de los consumidores finales con los desarrolladores del producto, mediante la incorporación de abonos orgánicos caseros producidos

directamente en los hogares, si bien implica una inversión inicial de tiempo y capacitación, genera un impacto positivo en los actores involucrados, quienes contribuirán a la reducción de residuos orgánicos sin afectar la finalidad del producto Nendo Dango.

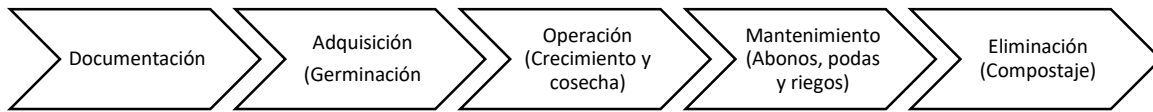
- Estos costos pueden reducirse tanto si se propone como un producto para proyectos sociales, como si se proyecta como una idea de negocio donde se comercialicen las semillas de tomate en las bolas de arcilla, teniendo en cuenta por último la reducción en gasto del hogar, de la compra de la hortaliza en los establecimientos regulares de comercio.

### **Análisis del costo del ciclo de vida**

Un análisis del costo del ciclo de vida del documento escrito, muestra que es susceptible a quedar desactualizado y por ende, requiere ajustes en la redacción que lo mantengan vigente, por ello sería recomendable que se maneje de forma digital y se suba en alguna plataforma de donde sea posible y sencilla su descarga.

En cuanto a la fabricación de bolas de arcilla de Nendo Dango para semillas de tomate, considera el costo total de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida, incluida la adquisición, operación, mantenimiento y eliminación.

Diagrama 2. Ciclo de vida de los productos Nendo Dango



Fuente: Autores

Esto permite evaluar los costos a largo plazo, para la tomar decisiones informadas con respecto al diseño del producto, estrategias de mantenimiento y cronogramas de reemplazo, en este caso, al tratarse de seres vivos, pero de plantas de cultivo monocárpica, es decir una planta que da una serie de cosechas en su madurez y luego perece, a pesar de que se reporte en algunos casos como perenne, requiere un reemplazo. Este enfoque garantiza que las consideraciones de costos se integren en todo el ciclo de vida de un producto o sistema.

Los costos asociados a la adquisición se aprecian en la Tabla 7 del presente documento, mientras que los costos de operación y eliminación son incipientes, al tratarse de material orgánico biodegradable.

El costo que implica una compra de insumos, sería el de mantenimiento, pues habría que aplicar cierto abono y riego a la planta, aunque como se mencionó en la sección anterior, si se preparan abonos orgánicos caseros, estos costos pueden llegar a ser incipientes.

El costo de reemplazo del producto ya que luego de 24 a 36 meses la planta baja la producción de frutos, por lo que, teniendo en cuenta que a los 90 o 120 días de sembrada, la planta ya empieza a producir, habría que hacer una sustitución a los 20 meses de haber adquirido las primeras bolas de arcilla y así garantizar la cosecha constante de frutos.

### Gestión de riesgos

Una evaluación que hacer la ingeniería de costos es sobre la gestión de los riesgos asociados a la ejecución del proyecto, relacionados con el factor de costos. Se identifican los siguientes riesgos asociados a la producción con el método Nendo Dango.

Tabla 8. Riesgos asociados a germinación de semillas con Nendo Dango

Tipo de riesgo	Descripción
Desactualización del documento	La información registrada en la metodología puede quedar obsoleta y es susceptible a revisiones.
Fluctuaciones de precios de insumos	Aumento de precios de insumos, principalmente de arcilla y semillas, pues son esenciales en proyecto.
Interrupciones en la cadena de suministro	Cambios en cadenas de suministro de proveedores de insumos que dificulte la adquisición. Demoras en logísticas de entrega de bolas de arcilla preparadas que provoque baja en tasa de supervivencia.
Cambios regulatorios	Cambios en la regulación de uso de la biodiversidad, comercialización o almacenamiento de semillas. Cambios en leyes

	emitidas por entes regulatorios como ICA o Ministerio de Ambiente.
Riesgos biológicos	Propagación de patógenos como hongos o bacterias asociadas al uso de semillas o propagación de plántulas.

Fuente: Autores

Las contingencias en cuanto a la consecución de insumos pueden gestionarse, sin embargo en el dado caso de que haya una eventual vulnerabilidad de las plantas ante algún nuevo patógeno y estas se vena atacadas, complejiza la situación y la opción sería flexibilizar la producción de frutos de tomate y ensayar otras especies de hortalizas de interés del consumo humano, y se entraría a mitigar los costos de adquisición de nuevas semillas y estudios de viabilidad para las nuevas especies.

**Propuesta de educación en producción urbana de comida enmarcada en el desarrollo sostenible**

La producción de comida presenta unas ventajas intangibles, las huertas urbanas ofrecen algunos servicios ecosistémicos culturales de contemplación y captación de carbono.

Adicionalmente, el contacto con las plantas en huertas urbanas, así sea un espacio reducido, puede generar en la comunidad una iniciativa de reflexión sobre la seguridad alimentaria y la sostenibilidad socioambiental (Moreno, 2019), del mismo modo, las economías solidarias en las que se autogestionan diferentes estudios concluyen que si una población

cuenta con una mejor oferta alimenticia, se podrá garantizar una óptima ingesta de nutrientes, mejorando los niveles de bienestar y estado de salud en sus habitantes.

### **Conclusiones**

Pese a que hay abundante información relacionada con la metodología Nendo Dango en diferentes fuentes de internet, no se encontraba alguna relacionada con las semillas de tomate cherry, esta información generada en este proyecto puede ser de gran ayuda porque el tomate es de las verduras más consumidas en Colombia, de fácil cuidado en un espacio pequeño en un hogar.

El tomate es una opción válida para utilizar como incursión de las comunidades en la germinación de semillas de hortalizas en huertas urbanas, al menos en sus etapas iniciales de emergencia de la plántula, habría que proveer los demás cuidados propios del crecimiento de una hortaliza posterior a la germinación.

Los procesos de armado y almacenamiento de semillas en Nendo Dango, son relativamente sencillos, una vez se conoce el proceso para hacer las mezclas correspondientes entre los sustratos de turba, abono y arcilla, se podría hacer énfasis en la correcta aplicación de humectación y tiempos de secado si el proceso se quiere llevar a cabo desde el inicio con algunas comunidades, como parte de la integración a proyectos de tinte social.

Los costos asociados a la producción de las bolas de arcilla son moderados e inferiores comparados con otras especies de plantas producidas para proyectos no relacionados con comida pero que también aplican el principio de conservación de semillas bajo la metodología de Fukuoka.

Un aspecto a considerar es el tiempo de almacenamiento de las bolas de arcilla una vez armadas, no es un producto que pueda pasar meses en un estante, como si es el caso de las semillas empacadas por industrias de gran escala, es un producto que requiere además una capacitación previa del usuario, sin embargo, esto puede convertirse en una ventaja a la hora de capacitar y crear conciencia ambiental sobre la sostenibilidad y el aprovisionamiento de comida en los hogares.

Las iniciativas que se relacionen con el auto sostenimiento tienen en general buena acogida en un sector de la población, sin embargo, dados los vertiginosos ritmos de consumo, se puede pensar en la ampliación a nuevos productos de la canasta familiar, principalmente hortalizas.

### **Recomendaciones**

Hacer un estudio de la viabilidad del proyecto a largo a plazo así como de la planeación de la demanda, ya que al tratarse de seres vivos y por un asunto de bioética, lo correcto es no poner a germinar ni crecer más plantas de las que pueden ser cuidadas y que se presente una alta mortalidad de individuos. Acompañar el desarrollo del producto con jornadas de socialización y capacitación a la comunidad interesada para que haya una comprensión y buena acogida del proyecto.

### **Referencias**

Abad B., M. y P. Noguera. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. p. 287-342. En: Cadahia, C. (Ed.). Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Editorial Mundi Prensa. Madrid. España.

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 14, 5-8.
- Castilla, N. (1995). Manejo del cultivo intensivo del tomate. p.189-226. En: Nuez, F. (Ed.). *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España
- Cordoba-Novoa, H. A., Gómez, S. V., & Núñez, C. E. (2018). Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 113-125.
- Fernández-Bravo, C. 2000. Crecimiento de plántulas de tomate cv. Río grande en bandejas plásticas usando mezclas de compost y aserrín de coco como sustituto de la turba de musgo. Trabajo de ascenso. Facultad de Agronomía, LUZ, Maracaibo, Venezuela. pp. 51. (Mimeografiado)
- Fernández-Bravo, C, Urdaneta, N, Silva, W, Poliszuk, H, & Marín, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2), 188-196. Recuperado en 22 de abril de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182006000200006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200006&lng=es&tlng=es).
- Cross, N. (2001). *Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos*. Limusa Wiley

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2023. Recuperado en 14 de mayo de 2024 <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/atencion-al-usuario/tarifas/tarifas2023>

Fukuoka, M. (1978). Agricultura natural. São Paulo: Nobel.

Gallegos Blas, K. L. J., & Nieto Medina, P. A. (2023). Propuesta de disposición final de residuos sólidos basado en el método Fukuoka para el relleno sanitario de Chancay, provincia de Huaral-departamento de Lima.

Ginwal, H. S.; Phartyal, S. S.; Rawat, P. S. and Srivastava, R. L. 2005. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. *Silvae Genetica*. 2(54):76-80.

Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., & Vera-Nuñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274.

Guerrero, G. V. (2000). Riqueza en suelo eriazo. La industria guayulera y los conflictos interregionales de la elite norteña en México. *Secuencia. Revista de Historia y Ciencias Sociales*, (46), 093-093.

Holloway, L. (2004). Ecosystem restoration and rehabilitation in Madagascar. *Ecological Restoration*, 22(2), 113-119.

Indicador de Observatorio del Hábitat- Superficie por persona en Vivienda, 2022 Tomado de

<https://observatoriohabitat.org/wp-content/uploads/2022/12/Indicador-Superficie-por-Persona-en-Vivienda.pdf>

Kannan, R., Dhivya, V., & Janani, T. S. K. (2021). *Future perspective of seed ball technology for creating new ecosystem. International Journal of Plant and Environment*, 7(04), 293-296.

Le, H. D., Smith, C., & Herbohn, J. (2014). What drives the success of reforestation projects in tropical developing countries? The case of the Philippines. *Global Environmental Change*, 24, 334-348.

López Feldman, A. J., & Hernández Cortés, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El trimestre económico*, 83(332), 459-496.

McDonald, M. B. Assessment of seed quality. (1980). *HortScience*, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 784-788.

Moreno López, N. M., González Robles, A. C., Medina Guerrero, J. A., Rodríguez Palacios, J. A., & Cisneros Rincón, C. F. (2019). Huertas Caseras como una Opción de Sostenibilidad Socio-Ambiental. *Cultura Educación Sociedad*, 10(2), 37-46.  
<https://doi.org/10.17981/cultedusoc.10.2.2019.03>

Ministerio de Agricultura, Informe del sector hortícola colombiano – 2015 - SIOC,  
Recuperado en 21 de abril de 2024, de

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Hortalizas/Documentos/2015-07-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Mulé, C. (2015). Jardines terapéuticos. *Consensus*, 20(2), 139-155.

Nivia, E. (2000). Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. Recuperado de <http://www.glifocidio.org/docs/impactos%20generales/ig1.pdf>.

Park, M. S., & Youn, Y. C. (2017). Reforestation policy integration by the multiple sectors toward forest transition in the Republic of Korea. *Forest Policy and Economics*, 76, 45-55.

Paulo, R. L., Zavarize, D. G., & Martins, I. (2018). *Applying Nendo Dango Technique for Germination and Pre Establishment of Native Species on Deforested Areas*.

Rahman, K. M., & Debnath, S. C. (2015). Agrochemical use, environmental and health hazards in Bangladesh. *International Research Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies*, 1(6), 75-79.

Reis, M., F.X. Martinez, M. Soliva, A.A. Monteiro, y R.A.K. Szmidt. (1998). *Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production*. *Acta Horticulturae* 469: 263-273.

Viera Armijos, D. A. (2020). Valoración de la actividad larvicida de Extractos de Solanina obtenidos a partir de Residuos de *Solanum lycopersicum* L (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Vásquez-Ramos, J., Guevara-Cardona, G., & Reinoso-Flórez, G. (2013). Impactos de la urbanización y agricultura en cuencas con bosque seco tropical: influencia sobre la composición y estructura de larvas de tricópteros. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 25, 61-70.

Velázquez, H. (2014). Estudio fisiológico en familias prolíficas de un lote de producción de semilla de la variedad de maíz JAGUAN. Tesis de Maestría Profesional, especialidad en Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 13 p.

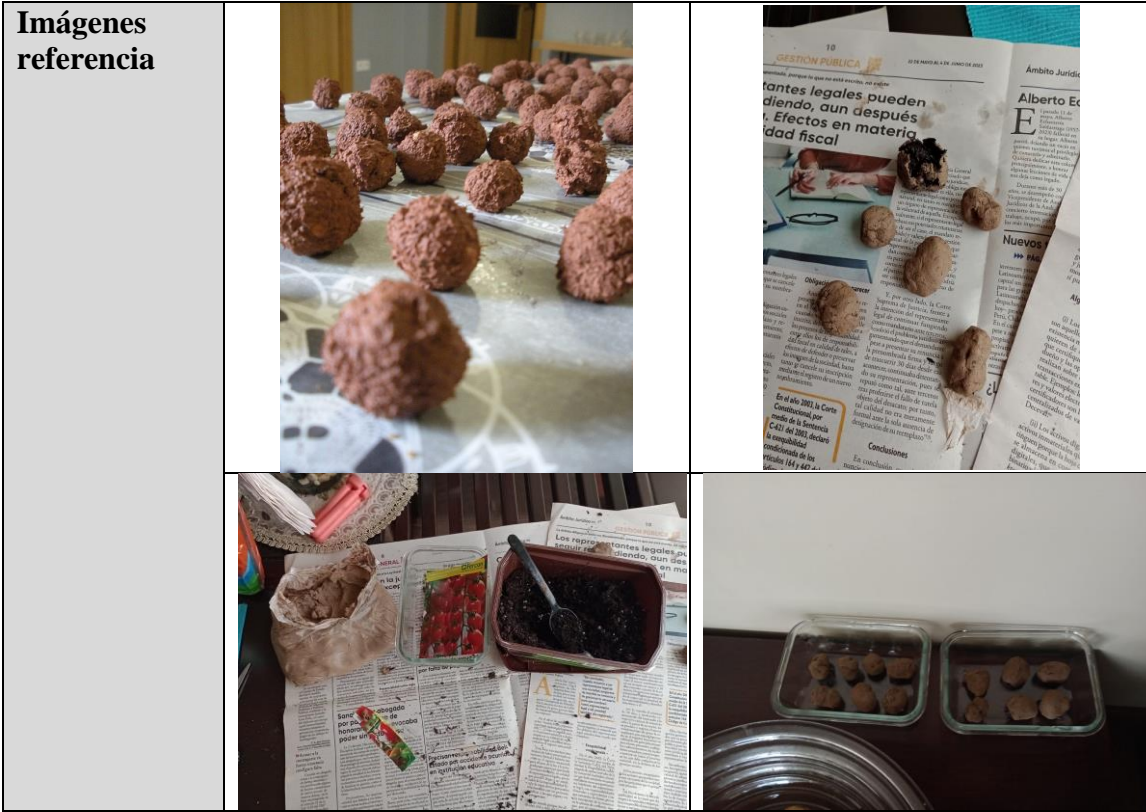
Windauer, L. B.; Martinez, J.; Rapoport, D. and Benech-Arnold, R. 2012. Germination responses to temperature and water potential in *Jatropha curcas* seeds: a hydrotime model explains the difference between dormancy expression and dormancy induction at different incubation temperatures. *Ann. Bot.*109:265-273.

**Anexos**

Anexo 1. Metodología de Nendo Dango en tomate cherry

METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE TÉCNICA NENDO DANGO EN TOMATE CHERRY			
<b>Desarrolla</b>	DB, DG y KDH		Documento de libre divulgación
<b>Fecha</b>	Junio/2024	<b>Lugar</b>	Bogotá, Colombia
<b>Condiciones ambientales</b>	T° promedio 20°C, humedad relativa promedio 77 – 83 %, 2600 m		

<b>Descripción</b>	La presente guía, describe el proceso para la aplicación de la metodología Nendo Dango en la propagación de semillas comerciales de tomate cherry, con un enfoque de uso a escala doméstica o de huertas urbanas, en el marco de la agroecología.
<b>Insumos</b>	Para 200 bolas de Nendo Dango <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcilla 80% (1,5 kg) + abono 10% (200 g) + turba 10% (200 g).</li> <li>• Agua - 6 l</li> <li>• 600 Semillas comerciales de tomate cherry, usar 3 semillas por bola Nendo Dango</li> </ul>
<b>Materiales</b>	Cubeta plástica para las mezclas, bandeja plástica para el secado de las bolas Nendo Dango
<b>Procedimiento o armado bolas de Nendo Dango</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mezclado de los 3 sustratos con agua hasta tener consistencia de plastilina.</li> <li>2. Armado de bola de mezcla de sustratos con arcilla de aproximadamente 3cm de diámetro.</li> <li>3. Introducción de las semillas en el centro de la bola de arcilla una vez armada. Se recomienda usar 3 semillas por bola de arcilla.</li> <li>4. Cerrado de bol, una vez están armadas las bolas de arcilla y se vuelven a cerrar.</li> <li>5. Secado de bolas de arcilla a ambiente por 12 a 24 horas. Se recomienda que se pongan a luz indirecta pero en sitio con ventilación.</li> <li>6. Almacenamiento en bandejas plásticas en un lugar fresco y seco por hasta 3 meses.</li> </ol>
<b>Germinación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación de bola de arcilla en bandeja plástica, en cama de sustrato mineral tipo perlita o tierra negra.</li> <li>2. Riego diario, previendo que no se deshidrate</li> <li>3. Vigilancia de emergencia de semillas</li> <li>4. Monitoreo de plántula cuando tenga 2 hojas verdaderas se traslada a maceta o bolsa con tierra negra.</li> </ol>
<b>Consideraciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La técnica de Nendo Dango es una técnica asiática que permite guardar semillas ortodoxas, es decir, que toleran estar hasta con un 5% de humedad. Puede que esta técnica no sea efectiva con otras semillas tipo recalitrantes.</li> <li>• El Tomate Cherry es una especie de verdura que ocupa un alto consumo en los hogares colombianos, es una planta producto de una hibridación entre un pariente silvestre y un pariente domesticado, por lo que presenta un vigor híbrido, sin embargo aun es susceptible a la herbívora, por lo que se recomienda manejo de hongos e insectos una vez se plantan en tierra.</li> <li>• Es una planta que requiere buen acceso a iluminación y luz solar, en un hogar se puede mantener en una terraza o balcón.</li> </ul>



Anexo 2. Folleto entregable con metodología Nendo Dango

## NENDO DANGO

# 5 PASOS PARA TENER TOMATE EN CHERRY EN CASA

### CONÓCE EL NENDO DANGO

Es una técnica japonesa de propagación de plantas que consiste en encapsular semillas en un sustrato de arcilla y mezclas de abono. También conocida como Bombas de semillas.

Esta técnica permite que se conserve la semilla y la humedad ideal. Facilita el transporte al lugar de la siembra.



### MATERIALES

Materiales para 200 bolas Nendo Dango:

- Arcilla 80% (1,5 kg) + abono 10% (200 g) + turba 10% (200 g).
- Agua (6 l) para una humectación que permita la integración de los materiales,
- 600 Semillas comerciales de tomate cherry



### PREPARACIÓN

Mezclado de los 3 sustratos con agua hasta tener consistencia de plastilina. Armado de bola de mezcla de sustratos con arcilla de aproximadamente 3cm de diámetro. Las semillas se introducen una vez están armadas las bolas de arcilla, poner 3 semillas por bola y se vuelven a cerrar. Secado de bolas de arcilla a ambiente por 12 a 24 horas.



### GERMINACIÓN

Colocar la bola de Nendo Dango sobre un recipiente plástico, tierra negra o en bandeja de germinación y regar todos los días cuidando que no se deshidrate la mezcla.

Cuando emerja la plántula y tenga sus dos hojas verdaderas puede pasarse a sustrato o materia donde seguirá su ciclo de crecimiento.



### RECUERDA

El tomate es la segunda legumbre más consumida en los hogares colombianos. Las bolas de Nendo Dango pueden almacenarse fácilmente y distribuirse para que diferentes hogares puedan tener acceso a la cosecha de este fruto. Las plantas de tomate cherry son un híbrido que tiene la resistencia de su pariente silvestre y lo comestible de su pariente doméstico.



ESTE ES UNA PROPUESTA DE SOBERANÍA ALIMENTARIA  
**APLICALA EN TU HUERTO URBANO**