



BA2018000023

EVALUACION DE LA GERMINACION Y VIGOR DE PLANTULAS DE LAS VARIEDADES (INCA 1,15 Y CATIO 2,15) DE SEMILLAS DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)



EVALUATION OF THE GERMINATION AND VIGOR OF SEEDLINGS OF THE VARIETIES (INCA 1, 15 AND CATIO 2,15) OF SACHA INCHI SEEDS (*Plukenetia volubilis*)

Autor: Iris Coromoto Silva Alarcón

Correo: iriscor.silva@gmail.com

UNELLEZ Barinas

Recibido: 25/10/2019 Aprobado: 15/12/2021

RESUMEN

Un factor básico para la agricultura moderna es la utilización de variedades con potencial para obtener altos rendimientos en granos o forrajes. Para contribuir a este objetivo, existen técnicas de análisis que permiten evaluar la calidad de las semillas para la siembra, las cuales son de interés tanto para la industria semillera y las instituciones responsables de la certificación, ya que determinan el valor de las semillas para beneficio del agricultor. El presente trabajo se realizó en el Municipio Barinas del estado Barinas, el cual tuvo como objetivo evaluar la germinación y vigor de plántulas de las variedades (Inca 1,15 y Catio 2,15) de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). En este estudio se evaluaron las características de germinación y vigor de semillas de sacha inchi (*Plukenetia Volubilis*) provenientes de diferentes regiones de Colombia a través de métodos estadísticos. Inicialmente se realizó el establecimiento de las variedades, INCA 1,15 Y CATIO 2,15, determinando el % y días de germinación, de igual manera el vigor de las plántulas (Largo y grosor del tallo, Nro. de Hojas, Días a hojas verdaderas y Largo de raíz). La investigación fue enmarcada en el enfoque cuantitativo bajo la modalidad de proyecto experimental y en un diseño de campo. La población constituida por cuarenta (40) unidades experimentales, Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 2 tratamientos y 2 repeticiones. Cada repetición contaba con 10 plantas. Para la recolección de la información se utilizó una hoja de campo y se analizó a través del análisis de varianza). Obteniendo los siguientes resultados.

Palabras clave: Variedades, oleaginosa, promisoría, vigor, germinación.



BA2018000023

EVALUATION OF THE GERMINATION AND VIGOR OF SEEDLINGS OF THE VARIETIES (INCA 1, 15 AND CATIO 2,15) OF SACHA INCHI SEEDS (*Plukenetia volubilis*)

ABSTRACT

A basic factor for modern agriculture is the use of varieties with the potential to obtain high yields in grains or forages. To contribute to this objective, there are analysis techniques that allow evaluating the quality of the seeds for sowing, which are of interest to both the seed industry and the institutions responsible for certification, since they determine the value of the seeds for benefit of the farmer. The present work was carried out in the Barinas Municipality of the Barinas state, which aimed to evaluate the germination and vigor of seedlings of the varieties (Inca 1, 15 and Catio 2,15) of Saccha inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds. In this study, the germination and vigor characteristics of Saccha inchi (*Plukenetia Volubilis*) seeds from different regions of Colombia were evaluated through statistical methods. Initially, the establishment of the varieties, INCA 1.15 and CATIO 2.15, was carried out, determining the % and days of germination, in the same way the vigor of the seedlings (Length and thickness of the stem, No. of Leaves, Days to leaves true and root length). The research was framed in the quantitative approach under the modality of experimental project and in a field design. The population constituted by forty (40) experimental units. A randomized complete block design was used, with 2 treatments and 2 repetitions. Each repetition had 10 plants. To collect the information, a field sheet was used and it was analyzed through the analysis of variance). Obtaining the following results.

Key words: Varieties, oilseed, promising, vigor, germination.

EVALUACION DE LA GERMINACION Y VIGOR DE PLANTULAS DE LAS VARIETADES (INCA 1,15 Y CATIO 2,15) DE SEMILLAS DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*)

INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria existe la tendencia de utilizar cultivos promisorios como materia prima para la obtención de nutrientes, y uno de los cultivos que ha ganado terreno en el mercado internacional es el de la sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) que por su alto contenido en

omegas 3, 6 y 9, proteínas y vitaminas la hacen una especie muy atractiva para dinamizar la economía agrícola e industrial. El primer reporte científico sobre sachá inchi, fue en 1980 por la Universidad de Cornell en Estados Unidos, en el cual analizan el contenido graso y proteico de sus semillas; concluyendo que presentan un 48,6% de aceite, considerado bajo en colesterol y un 29% en proteínas (Manco, 2006), siendo estas características llamativas para el estudio de la especie y en particular en lo referente a sus semillas.

La propagación de la especie por semilla puede generar la dispersión de fitopatógenos fúngicos (Gomez & Rios, 2009); los cuales pueden verse favorecidos por las condiciones agroclimáticas, representando un riesgo económico para los productores; es por esto que se hace necesario establecer los niveles de infección fúngica natural y las morfoespecies asociadas a las semillas de las diferentes regiones del país. Con base en lo anterior, es importante evaluar las características morfológicas, niveles de infección fúngica, velocidad y capacidad de germinación por medio de herramientas estadísticas que permitan clasificar las semillas de sachá inchi; Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación y vigor de semillas de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis*) provenientes de diferentes regiones de Colombia mediante métodos estadísticos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Venezuela por su ubicación geográfica goza de una amplia diversidad de especies, entre las que se encuentra la planta trepadora sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), de la cual se han reportado en los últimos años cuatro especies diferentes en las regiones biogeográficas del Amazonas y Orinoquia (Murillo, 2004). La importancia de esta especie radica en que de sus semillas se obtiene un aceite de alta calidad alimenticia. Además, esta especie adaptada a suelos arcillosos y ácidos se desarrolla mejor en climas cálidos. Pese a la importancia de esta especie no se encuentran reportes científicos relacionados con la calidad morfológica y microbiológica para su propagación y uso como materia prima para la producción de aceite, pues los esfuerzos han estado volcados al reconocimiento de la importancia y la producción de aceite con esta semilla.



BA2018000023

Por otra parte, varios investigadores (Mendoza, Livera, & Cossio, 2006) indican que una semilla de calidad contribuye a mayor eficiencia varietal productiva, ya que es capaz de emerger de manera rápida y uniforme bajo condiciones ambientales. La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de diferentes atributos los cuales mejoran el establecimiento de la planta en campo, entre los que se destacan la calidad morfo fisiológica y sanitaria.

Según Zimmermann, (2007), uno de los mayores peligros en agricultura es la utilización de semillas que no poseen capacidad para producir cosechas abundantes de diferentes especies cultivadas. Con el fin de minimizar este riesgo se han desarrollado técnicas de Análisis de Semillas para valorar la calidad de las mismas, antes de proceder a su siembra. La calidad es un concepto basado en la evaluación de diferentes características (poder germinativo, pureza físico-botánica y varietal, viabilidad, determinación en número de semillas no deseables, sanidad, etc.), Todas ellas resultan importantes para los distintos sectores de la industria semillera: criaderos, semilleros, productores, acopiadores, comerciantes y organismos de control.

Por estas razones, se quiere dar un enfoque que contribuya a llenar este tipo de vacíos que existen en cuanto al conocimiento de la relación que pueda existir entre características morfológicas de la semilla y sanidad microbiológica y de esta forma presentar un modelo que ayude a desarrollar proyectos de interés económico e industrial. Debido al potencial de sacha inchi como cultivo de interés económico en el país, se hace necesario realizar aportes que estén encaminados a mejorar la calidad y selección de semillas para la propagación de la especie, es por ello que se pretende definir ¿Cuáles variedades de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) tienen un mejor poder germinativo y vigor?

JUSTIFICACION

Hoy en día la agricultura de pequeña y mediana escala en países en desarrollo, cuentan con sistemas informales de producción, almacenamiento y suministro de semillas; cabe resaltar que estos sistemas de agricultura debido a que son informales pueden alcanzar hasta el 80% de este suministro ocasionando críticas severas respecto a la producción de sus semillas donde no se



BA2018000023

evalúa la sanidad de la semilla, falta de alternativas y buenas prácticas para generar una semilla de buena calidad conlleva a el riesgo de utilizar semillas que puedan ser portadoras de patógenos y enfermedades y de baja calidad germinativa (Biemond, 2013). La demanda de semilla de alta calidad ha incrementado en todos los sistemas agrícolas de pequeña mediana y grande producción, siendo esta el principal insumo que en la agricultura debe cumplir con diferentes especificaciones, entre estos se encuentran: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria.

Las pruebas de germinación y de viabilidad han sido utilizadas ampliamente en la evaluación de la calidad de las semillas, cabe destacar que la calidad fisiológica hace referencia a mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, la emergencia y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.) En el sistema de cultivo de sachá inchi no existen protocolos para la producción de semillas de calidad, sin embargo pese al desconocimiento dicha información los productores siguen produciendo semillas de sachá inchi con algunas recomendaciones sobre los manejos del cultivo que aunque no van orientadas hacia la calidad de la semillas si los ayudan a tener sus cultivos en pie careciendo de los protocolos para hacer una evaluación sistemática de los 8 atributos de calidad con los que cuenta la semilla producida.

Debido a esto los productores se encuentran relegados por la falta de acceso a buenos insumos, entre los que se incluyen: tierra y semillas de buena calidad, y tecnologías inteligentes. Por lo tanto, es necesario conocer la calidad morfológica de semilla que se produce y es almacenada durante un periodo de tiempo prolongado para garantizar una buena calidad de semilla y poder implementarla en los diferentes mercados para la cual puede ser destinada la sachá inchi.

Sistemas de producción de semillas

Las semillas son conocidas como la base principal que posee el ser humano para su supervivencia. Son estas las receptoras del potencial genético de las especies agrícolas y sus variedades resultantes de una mejora continua y su selección con el pasar del tiempo (FAO, 2018). Además de ser la base principal son el insumo agrícola más económico que se puede



llegar a encontrar a comparación del agua o fertilizantes que son productos mucho más costosos siendo está el retorno de todos esos otros insumos la cual está directamente influenciada por el insumo básico que son las semillas (FAO, 2018).

Sin embargo, en muchos países en desarrollo los agricultores todavía no cuentan con todos los beneficios que pueden otorgarles ventajas al momento de utilizar semillas de calidad debido a factores como sistemas de producción, distribución y garantía de calidad sin dejar a un lado la presión que ejerce el cambio climático planteando cada vez mayores desafíos en la agricultura. (FAO, 2018). En Venezuela el potencial de expansión agrícola pese a que tiene un acompañamiento constante para el fortalecimiento de la industria semillera, la falta de recursos y garantías limita a los pequeños agricultores en el avance y acceso a variedades mejoradas de alta calidad con las cuales puedan mejorar la productividad de sus cultivos. (Gomez A., 2014)

Guivin (2009), Reátegui & Arévalo (2012) y Rodríguez *et al.* (2010a). Ya existen las primeras selecciones dentro de diferentes orígenes. Varias casas comerciales ofrecen ahora semilla ‘mejorada’,²⁰ pero aún no hay variedades comerciales bien documentadas en una amplia variedad de ambientes agro-ecológicos. Como en toda nueva introducción, habrá que probar variedades de diferentes orígenes para determinar la que se adapte mejor. Hasta la fecha no se han reportado cultivos experimentales con una comparación en varios países de características y rendimientos entre las distintas especies.

Semillas

Las semillas son una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forman a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentran en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituye una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores. (Doria, 2010). Las reservas energéticas de la semilla son: grasas, carbohidratos y a veces proteínas, que sostendrán a la futura planta durante sus primeras etapas de vida.



Estas reservas, como se ha dicho, pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión mismo, lo cual está relacionado con la germinación y el desarrollo de un nuevo individuo. (Doria, 2010). La semilla está compuesta por 6 partes en general que son radícula, plúmula hipocotíleo, cotiledones, endospermo y epispermo cada uno con una función en específico que en conjunto llevan a buena germinación y posterior reproducción. Según (Sathe & Kshirsagar, 2012) la semilla de sacha inchi posee un grano, tejido blando interior y una cascara dura externa.

Sacha inchi

La especie *Plukenetia volubilis* Linneo, fue descrita por primera vez, el año 1753 por el naturista Linneo. El conocimiento de la semilla de sacha inchi inicio en Perú en el año 1980; pero solo hasta el año 2000 se empezaron las investigaciones sobre sus beneficios gracias al apoyo de científicos europeos y la Universidad Nacional Agraria la Molina, quienes descubrieron en estas semillas la presencia de ácidos grasos Omega 3 y 6, proteínas y una gran cantidad de antioxidantes. (Arévalo, 1995)

La clasificación botánica de Sacha inchi descrita según (Betancourth, 2013) es: Reino: Vegetal, División: Spermatophyta, Sub división: Angiospermae, Clase: Dicotiledónea, Orden: Euphorbiales, Familia: Euphorbiaceae, Género: *Plukenetia*, Especie: *volubilis*, Nombre científico: *Plukenetia volubilis* Linneo

El cultivo del Sacha inchi, de la familia Euphorbiaceae abarca plantas de importancia ornamental, medicinal, alimentaria e industrial, que se caracterizan principalmente por presencia de una sustancia lechosa, tipo látex y frutos tricapsulares. El género *Plukenetia* ha sido descrito principalmente en Malasia, Nueva Guinea, Borneo, México, etc. El número de especies reportado en América tropical varía de 7 a 12. En América del Sur la presencia de *Plukenetia volubilis* Linneo, ha sido registrada en la Amazonia Peruana, Bolivia y las Indias Occidentales. Sin embargo también reportes de producción en Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela, etc. En el protocolo que proporciona (Peña, 2008) se hace referencia a la importancia industrial y económica en el mercado nacional e internacional el cultivo de sacha inchi. Donde se oferta como una alternativa viable en comparación con otras semillas del grupo de las oleaginosas.



Los frutos son capsulares, lobulados, generalmente con 4 lóbulos pero algunos frutos pueden presentar 5, 6 o 7 lóbulos; los lóbulos son notoriamente agudos, pero se pueden presentar que sean menos agudos. De estas capsulas se obtienen las semillas que son múltiples y simples, de forma elipsoidal, que puede tener una superficie lisa o rugosa, la forma puede ser entre aplanada y ligeramente aplanada, y el tamaño se encuentra entre 0,85 cm a 2,01 cm, las características dependen de las condiciones agroclimáticas del cultivo. (Vásquez, 2016).

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE SEMILLAS

Los análisis de semillas pueden brindar información y establecer estándares para determinar el nivel de calidad de una semilla. Un lote de alta calidad está en función de las características que pueden ser medidas en los laboratorios principalmente son:

- **Germinación:** La germinación es una prueba que informa sobre las semillas que inician una actividad metabólica más rápido y su respectivo crecimiento. Consiste básicamente en colocar las semillas sobre un sustrato adecuado, 20 humedecerlas, y controlar las condiciones de incubación durante un cierto período de tiempo, durante el cual se realizan conteos de germinación, observando el número de semillas que han germinado. Se pueden evaluar también las plántulas obtenidas, identificando el número de plántulas normales y anormales. Uno de los procedimientos más habituales a la hora de realizar un ensayo de germinación es colocar las semillas en el interior de una caja de vidrio o plástico transparente, sobre un soporte que permita una rápida y abundante retención de agua, como por ejemplo papel de filtro, arena o medios gelificados a base de agar. (Rodríguez & Adam, 2008).

Así se llega al resultado donde se describe que la prueba de germinación estándar sirve para determinar en gran medida la viabilidad de la semilla, 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. Evaluación de la prueba de germinación estándar Se realiza un primer conteo de

plántulas que varía de acuerdo a la especie como un indicador de vigor de germinación de la semilla y el resultado se expresa en porciento.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

El resultado de la prueba de germinación se obtiene como el promedio de las repeticiones de 10 semillas y se expresa como porcentaje de plántulas normales. El porcentaje de plántulas anormales y semillas sin germinar se calcula igual, debiendo sumar estas tres variables 100 porciento.

- Vigor: La viabilidad de la semilla es uno de los principales atributos a considerarse en cualquier evaluación de calidad. El vigor está definido como la “suma total de todos los atributos de la semilla favorecen el establecimiento rápido y uniforme de plántulas en el campo”. Prueba Directas Las semillas se exponen a condiciones controladas en el laboratorio y a los factores adversos que puedan presentarse en campo. Como ejemplo la prueba del frío (Cold Test), las pruebas directas, son difíciles de estandarizar entre laboratorios y tienden a dar resultados más variables que las pruebas de germinación. 21 Pruebas Indirectas. Estas pruebas se encargan de evaluar y/o medir ciertas características de una semilla que al final se van a correlacionar con su actividad una vez salen a campo. Una de las pruebas es la del envejecimiento acelerado, en la cual se somete a la semilla a condiciones de alta temperatura y humedad relativa por un tiempo que varía según la especie.

Dependiendo de la especie, pueden ser aceptadas pequeñas áreas no teñidas en algunas partes de estos tejidos. Para los propósitos del ensayo, una semilla viable debe mostrar por su actividad bioquímica el potencial de producir una plántula normal. Una semilla no viable muestra deficiencias y/o anomalías de naturaleza tal que se impida su desarrollo en una plántula normal. (Ista 2016).

MATERIALES Y METODOS



BA2018000023

Ubicación: Campo Experimental del INIA Barinas, Avenida Agustín Codazzi, con Avenida Chupa Chupa, municipio Barinas, del estado Barinas, Venezuela.

Objetivo General: Evaluar la germinación y vigor de plántulas de las variedades (Inca 1,15 y Catio 2,15) de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*)

Material vegetal

Las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) que se utilizaron en esta investigación fueron proporcionadas por la empresa Sachacol S.A.S. La empresa se encargó de proporcionar la información detallada sobre el lugar de procedencia de las semillas para realizar los análisis posteriores a la entrega. Las semillas de cada región estaban empacadas en bolsas aluminizadas, selladas al vacío y etiquetadas para su identificación mediante la designación sugerida por la FAO.

Tabla 1.- Características de las 3 variedades de Sacha inchi.

VARIEDAD	ALTURA MEDIA DE LA PLANTA [cm]	PRECOCIDAD [Meses]	RENDIMIENTO [Ton/ha]	COTENIDO DE ACEITE [%]	CONTENIDO DE SEMILLAS POR KILO	GERMINACIÓN [%]
INCA-1	210	3	2	47%	1250	67%
CATIO-2	245	3	2	42%	787	63%
NUKAK-3	180	5	2	63%	1400	44%

Fuente: Colbio (2013).

Antes de la siembra en semillero, se realizó un proceso de escarificación física, lijando la semilla sin afectar el hilo, hasta observar el endospermo. Posteriormente las semillas se dejaron en imbibición por 48 horas.

Preparación del semillero: se implementaron 40 bolsas para vivero (3,5” x 12”), con 20 bolsas por variedad. Cada bolsa se llenó con sustrato (2:1:1 suelo, arena y humus). Preparadas las bolsas con su respectivo sustrato se llevaron al semillero y se introdujo una semilla por bolsa.

RESULTADOS

Muestreo de las semillas

Para este estudio se tuvo como población inicial los lotes de semillas que ingresan a las instalaciones de la empresa Sacha Col provenientes de Santander, Boyacá.. Se clasificaron los lotes de acuerdo a la variedad y así se tomó una muestra primaria de manera aleatoria de cada bolsa el cual garantizo la representatividad de la población objeto. Posteriormente se conformó una muestra compuesta mínima para el requisito de análisis de campo. Comparar la capacidad de germinación de semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) según su variedad en condiciones de campo. Para realizar la comparación de germinación de las semillas, se tomaron un total de 60 semillas las cuales se dividieron para cada variedad una muestra de 20 semillas según la (ISTA, s.f.) Que sugiere el mínimo de semillas a analizar en un estudio de investigación.

Arreglo espacial: Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 2 tratamientos y 2 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a 2 variedades de sachá inchi (INCA-1,15, CATIO-2,15). Cada repetición conto con 10 plantas.

TRATAMIENTO 1:

CULTIVAR INCA 1-15,

PUREZA 99%,

FECHA DE CAMPO 6/08/2021

CERTIFICADA POR INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA)

UNIDADES EXPERIMENTALES: 10/REPETICION

TOTAL TRATAMIENTO: 20 UNIDADES EXPERIMENTALES

TRATAMIENTO 2:

CULTIVAR CATIO 2-15,

PUREZA 99%,



BA2018000023

FECHA DE CAMPO 6/08/2021

CERTIFICADA POR INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA)

UNIDADES EXPERIMENTALES: 10/REPETICION

TOTAL TRATAMIENTO: 20 UNIDADES EXPERIMENTALES

VARIABLES A MEDIR

Variable, Germinación:

% GERMINACION

DIAS A GERMINACION

Variable Vigor:

TALLA DE RAIZ A TRASPLANTE

LONGITUD Y DIAMETRO DEL TALLO

DIAS Y NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS

Análisis de Germinación: Se visualizaron la totalidad de las plántulas, por variedad. Los muestreos se realizaron a los 15, 20, 28, 33, 38 días después de sembrada la semilla en cada bolsa; se determinó el porcentaje de germinación por variedad contando el número de plántulas germinadas en base al total, de igual manera se determinó los días a germinación, corroborando los días efectivos en que la plántula emerge del sustrato.

Índice de velocidad de emergencia y emergencia total de plántulas

Variables a evaluar Índice de velocidad de emergencia (IVE): se obtiene a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como plántulas emergidas a las que sobresalgan del sustrato. El índice de velocidad de emergencia IVE se calcula mediante la expresión propuesta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i}$$



En donde: IVE = índice de velocidad de emergencia; X_i = Número de plántulas emergidas por día; N_i = Número de días después de la siembra; n = Número de conteos 1, 2, ..., n conteos. Al término del estudio se puede obtener el porcentaje total de emergencia (ET), el cual consiste en contabilizar cada una de las plántulas emergidas hasta el último día de la evaluación y el resultado se obtiene dividiendo el número total de plántulas emergidas, entre el número total de semillas sembradas y se multiplica por cien.

$$\% E = \frac{\text{No. plántulas emergidas en el ultimo conteo}}{\text{No. de semillas sembradas}} * 100$$

Día de inicio de la germinación (IG) corresponde al tiempo transcurrido desde la siembra de las semillas hasta la germinación del 5 % de las semillas sembradas.

Tiempo medio de germinación máxima (TMG) según lo propuesto por Silva y Nakagawa (1995) según Ecuación 2:

$$TMG = \sum (T_i \cdot N_i) / N \quad [2]$$

Dónde: T_i es el número de días transcurridos desde el inicio del ensayo, N_i es el número de semillas germinadas en el día y N el número total de semillas germinadas.

Valor de germinación (VG), mediante el método de Czabator (1962) según la Ecuación 3.

$$VG = VM * GDM \quad [3]$$

Dónde: VM corresponde al valor máximo o pico que se presenta entre los valores producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó en obtenerse; y GDM es la germinación media diaria, calculada como la razón entre el porcentaje



BA2018000023

final de germinación (PG) y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor. Dicho índice se expresa sin unidades.

Análisis de vigor:

Vigor de plántula (longitud de plántula: tallo y raíz), días a hojas verdaderas y numero de hojas verdaderas, Se determina también la longitud de plúmula (LP) y de la radícula o tallo (LR) en plántulas normales, estos datos se expresan en cm, y se consideran un indicador del vigor.

Técnica para la evaluación de vigor en semillas El vigor en las semillas es el potencial bilógico de esta que favorece el establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones, incluso desfavorables de campo (Gonzales et al., 2008). La semilla presenta el mayor vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica.

Longitud de la plántula: Se tomó la medida con escalimetro desde la base a nivel del sustrato hasta la inserción de las primeras hojas a cada una de las plántulas.

Grosor del tallo: Se tomó la medida con vernier en la parte media del tallo entre la base del tallo a nivel del sustrato hasta la inserción de las primeras hojas.

Longitud de la raíz: Se tomó la medida con escalimetro desde la base tallo raíz hasta la punta de la raíz central.

Días a hojas verdaderas: se consideró los días desde la siembra de la semilla en la bolsa hasta el día de emerger las hojas verdaderas.

Numero de hojas verdaderas: se realizó el conteo del número de hojas verdaderas desde el primer par hasta el tercer par de hojas verdaderas.

CONCLUSIÓN

Finalmente las condiciones antes mencionadas, inducen a un aumento en el ritmo de deterioro fisiológico de la semilla, y por lo general existe una buena correlación entre el porcentaje de semillas que sobreviven al tratamiento y el porcentaje de emergencia en el campo. Por otro lado, la inmersión de semillas en una solución de cloruro de Tetrazolio, este es un ensayo de tipo bioquímico que puede ser utilizada para hacer una evaluación rápida de la viabilidad de las



BA2018000023

semillas: en semillas con profunda dormancia; en las semillas que muestran germinación lenta; o en los casos en que se requiera una estimación muy rápida del potencial de germinación. También se puede utilizar para determinar la viabilidad individual de las semillas al final de una prueba de germinación. Una semilla viable debe mostrar una coloración en todos los tejidos cuya viabilidad es necesaria para el normal desarrollo de las plántulas.

REFERENCIAS

- Arévalo, G. (1995). Informes de Resultados de Investigación. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. Tarapoto - Perú: El Porvenir.
- Betancourth, L. (2013). Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite. Manizales, Colombia.
- Biamond, P. (2013). Does the informal seed system threaten cowpea seed health? *Crop Protection*, 166- 174.
- Czabator, F. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* (8), 386-396.
- De la Fuente, S. (2011). Análisis Discriminante. Obtenido de <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/DISCRIMINANTE/analisis-discriminante.pdf>
- Doria, J. (2010). Revisión bibliográfica GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. *Cultivos tropicales*, 74-85.
- FAO. (2016). Proyecto de Desarrollo de Capacidades Empresariales de Semillas en Honduras (TCP/HON/3501). FAO. (2018). Seeds. Obtenido de <http://www.fao.org/seeds/es/> FAO. (s.f.). La agricultura y los cambios climáticos: la función de la FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/Noticias/1997/971201-s.htm>
- Gomez, A. (2014). Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina. *Acta Agronómica*, 64(3), 239-249. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/43985/52986



BA2018000023

- Gomez, A. L., & Rios, T. S. (2009). ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CULTIVO DE *Plukenetia volubilis* Linneo, SACHA INCHI, EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN. Obtenido de Avances Económicos N° 3: http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/193/2/Alvarez_documentotecnico_3_2009.pdf.
- González, G., F. M. Mendoza, J. Covarrubias, N. Morán, y J.A. Acosta. (2008). Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajío. *Agricultura Técnica en México*. 34(4):421-430.
- Hubspot. (24 de Julio de 2009). Neural Network Classifier Statgraphics. Obtenido de [http://cdn2.hubspot.net/hubfs/402067/PDFs/Neural_Network_Classifier .pdf](http://cdn2.hubspot.net/hubfs/402067/PDFs/Neural_Network_Classifier.pdf)
- Ista. (2016). Reglas internacionales para el análisis de semillas. Obtenido de http://sgci.dyndns.org/view/ArchivosDambo/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Lodrina, P. (2005). Patología e tratamiento de sementes. Obtenido de <http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documento264.pdf>
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for Seedling Emergences and Vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- Manco, E. (2006). Cultivo de sacha inchi. San Martín, Perú: Inia Instituto Nacional de Investigacion y Extension Agraria. Obtenido de www.incainchi.es/pdf/1358.pdf
- Mendoza, P. C., Livera, H. A., & Cossio, G. V. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura técnica en México*, 341-352.
- Murillo, J. (2004). Las Euphorbiaceae de Colombia. *Biota Colombiana*, 5(2), 183-200.
- Peña, G. S. (2008). PROTOCOLO DEL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.). Obtenido de http://www.cied.org.pe/admin/files/publicaciones/26062012194925_protocolo_sacha_inchi.pdf
- Rodríguez, I., & Adam, G. (Noviembre de 2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. Obtenido de <http://studylib.es/doc/5082756/ensayos-de-germinaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-viabilidad-y-vigor-e...>
- Sathe, S. K., & Kshirsagar, H. (Septiembre de 2012). Solubilization, Fractionation, and Electrophoretic Characterization of Inca Peanut (*Plukenetia volubilis* L.) Proteins. *Plant Foods for Human Nutrition*, 247- 255.



Silva, J. y J. Nakagawa. 1995. Estado de Fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. *Informativo Abrates* (5): 62-73.

Statgraphics. (2012). Análisis de correspondencias. Obtenido de <https://statgraphics.net/wp-content/uploads/2012/01/Apendice-A3.pdf>

Vásquez, O. D. (2016). Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite. Obtenido de 87 http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1691/1/Aprovechamiento_subproductos_sacha_inchi.pdf.