

de germinación de un sembrado agregado iba a ser igual que el porcentaje de germinación de un sembrado segregado. En nuestros sembrados obtuvimos que el porcentaje de germinación en los sembrados segregados fue mayor que el porcentaje de germinación en los sembrados agregados, obteniendo 96% y 72%, respectivamente; y fue esto lo que precisamente planteaba nuestra hipótesis alterna.

O sea, que por medio de estos resultados podemos concluir que en un sembrado segregado se germinarán más semillas que en un sembrado agregado, por lo que en el caso de nuestro agricultor le convendría más hacer su sembrado de manera segregada, ya que así obtendrá menos pérdidas en semillas no germinadas, aumentando a su vez su producción.

Este tipo de experimentación se puede prestar para medir otras cosas. Al finalizar entendemos que no tan solo con esto medimos la pérdida de semillas sino también cuán bien podríamos aprovechar el área disponible para siembra. Esto nos puede indicar a qué distancia se va a obtener mayor germinación de semillas sin tener tanto terreno en desperdicio o sobrepoblado.

Problemas o situaciones que merecen estudio adicional:

Una de los problemas que confrontamos mediante el proceso de la realización de la investigación fue que no estábamos claro en cuánta cantidad de agua se debía de suministrar a los distintos sembrados, ya que existía una diferencia en el tamaño de los envases y en el número de semillas sembradas en cada uno. Pensamos que el suministrarle la misma cantidad de agua a los distintos sembrados sería más conveniente, ya que así no se estaría estableciendo una diferencia adicional y también teniendo en cuenta que generalmente los sembrados grandes, como los que realiza nuestro agricultor, se les suministran agua mediante sistemas de riego los cuales siempre tienden a ser iguales para todo el sembrado.

Otra situación que merece estudio adicional es si la inexactitud en muchos de los sembrados, afecto de alguna manera los resultados obtenidos para los distintos sembrados. Inicialmente los sembrados se fueron realizando midiendo la distancia entre semilla y semilla, pero a mediada que pasaba el tiempo fuimos sembrando los restantes a simple vista.

Referencias:

- Dibofori A.N., Okoh P. N.: *Effect of germination on the cyanide and oligosaccharide content of lima beans (Phaseolus lantus)*. *Food chemistry* 51(2): 133-136, 1994.
- Savel Koul, Shering J.: *Changes in activities of beta n-acetilhexosaminidasa and chitobiasa developed in beans during maturation and germination*. *Enviromental control in biology* 35(1): 1-7, 1997.
- Nicholas J.P., Mejean L.: *Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents, and antinutritional factors of soy beans seeds*. *Journal of the science of Food and agriculture* 73(1): 1-9, 1997.
- Weiss, Neil A. *Elemntary Statistics (third eddition) Inference for Population Proportions, y la Tabla II*, p 564- 594, 1996.
- [http:// agronomy. Ucdavis.edu/gepts/pb143/lec10/pb143110.htm](http://agronomy.Ucdavis.edu/gepts/pb143/lec10/pb143110.htm)
- [http://scaffold. Biologie.uni-kl.de/Beanref/descrip.htm](http://scaffold.Biologie.uni-kl.de/Beanref/descrip.htm)

Como ya tenemos todos los elementos de la fórmula podemos proceder a conseguir la prueba z que nos ayudará a hacer la prueba de hipótesis.

$$z = \frac{.96 - .715}{\sqrt{(.797)(1 - .797)} * \sqrt{(1/100) + (1/200)}}$$

$$= \frac{.24}{\sqrt{.162} * \sqrt{.015}} = \frac{.24}{.049} = \mathbf{4.898}$$

Este resultado obtenido, o sea el valor experimental, lo comparamos con el valor estipulado por el nivel de significancia en la tabla II del libro de Weiss el cual es 1.645 vemos que están muy distantes uno del otro, cayendo nuestro valor experimental en el área de rechazo. Podemos concluir que los datos obtenidos en nuestra investigación fueron suficientes para que rechazáramos la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna.

Intervalo de confianza:

Si la muestra fue representativa, sabemos que las proporciones de nuestra muestra debe de estar cerca de los valores reales de las proporciones en la población. O sea que la diferencia entre los sembrados debe de estar cerca de la obtenida muestralmente (i.e. .24). Para saber entre que límites debe fluctuar, buscamos los intervalos de confianza. Para un intervalo de confianza de un 95%, donde $\alpha = .5$, obtuvimos $z_{\alpha} = \mathbf{1.645}$. El intervalo de confianza será obtenido por medio de esta fórmula:

$$(p_1 - p_2) \pm z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{p_1(1 - p_1)/n_1 + p_2(1 - p_2)/n_2}$$

$$= (.96 - .72) \pm z_{\alpha/2} * \sqrt{.96(1 - .96)/100 + .72(1 - .72)/200}$$

$$\alpha_{.05/2} = \alpha_{.025} = \mathbf{1.96}$$

$$= .24 \pm 1.96 * \sqrt{.000384 + .001008}$$

$$= .24 + 1.96 * .037 = .3125 \quad \text{ó} \quad = .24 - 1.96 * .037 = .1675$$

Estos resultados me indican que mi intervalo de confianza es desde .17 hasta .31. Por lo tanto sabemos que la diferencia entre las dos poblaciones debe circundar por esos valores (i.e. $.17 \leq \mu \leq .31$). Como esto es un intervalo de confianza de 95%, estamos 95% seguros que la diferencia entre el por ciento de germinación entre plantas sembradas con el método segregado y el método agregado estará entre los valores de .1675 y .3125.

Conclusiones:

Al realizar la prueba de hipótesis observamos que los datos recopilados fueron suficientes para decir que a un nivel de significancia de 5% fué necesario rechazar la hipótesis nula. Esta planteaba que el por ciento

n_2 = número de semillas sembradas en cada uno de los sembrados agregados (200)
 entonces,

$$p_1 = x_1 / n_1 = \frac{96}{100} = .96$$

$$p_2 = x_2 / n_2 = \frac{143}{200} = .72$$

Observamos que la proporción del sembrado segregado es mayor (.96 > .72). La diferencia entre ambos fue .24. Si quisieramos saber que por ciento de germinación hubo en cada uno, multiplicariamos la proporción por 100.

$$\text{Por ciento agregado: } .72 * 100 = 72\%$$

$$\text{Por ciento segregado: } .96 * 100 = 96\%$$

Necesitamos decidir ahora si la proporción de la muestra del sembrado segregado es lo suficientemente mayor a la proporción de la muestra del sembrado agregado como para rechazar la H_0 a favor de la H_a . O sea, vamos a tratar de decidir si la diferencia entre los sembrados es suficiente para rechazar o para no rechazar la H_0 .

La prueba z para dos poblaciones independientes con un número distintos de miembros en la muestra es la fórmula que relaciona nuestros datos. La prueba dice que:

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (R_1 - R_2)}{\sqrt{p\left(\frac{1-p}{n_1}\right) + p\left(\frac{1-p}{n_2}\right)}}$$

Si simplificaramos ésto un poco diríamos que, como asumimos que las poblaciones son las mismas (R_1 y R_2), entonces:

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (R_1 - R_2)}{\sqrt{p_p(1-p_p)} * \sqrt{(1/n_1 + 1/n_2)}}$$

Tenemos p_1 y p_2 , pero todavía p es desconocido. Por lo tanto, tenemos que interpolar nuestras proporciones para lograr estimar la p " pooled". Para ésto utilizamos la fórmula que dice que:

$$p_p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

$$p_p = \frac{96 + 143}{100 + 200}$$

$$= \frac{239}{300} = 1.103$$

Tabla V

Número del sembrado	Proporciones de las muestras segregadas
1	1.00
2	1.00
3	0.90
4	1.00
5	1.00
6	0.80
7	1.00
8	1.00
9	0.90
10	1.00
media:	0.96

Tabla VI

Número del sembrado	Proporciones de las muestras agregadas
1	0.75
2	0.95
3	0.65
4	0.60
5	0.75
6	0.75
7	0.60
8	0.80
9	0.55
10	0.75
media:	0.72

Por medio de las proporciones que se ilustran en las Tabla III y Tabla IV podemos hacer una comparación directa de los resultados obtenidos en cada uno de los sembrados, aquí vemos la proporción de semillas germinadas individualmente, en cada uno de los sembrados (10 de agregación y 10 de segregación). Estas proporciones fueron calculadas de la siguiente manera: se contaron el número de semillas germinadas en cada uno de los sembrados y ese número obtenido se dividió por el número de semillas sembradas en su respectivo envase.

Básicamente, lo importante para la recopilación de los datos fué el conteo de las semillas germinadas teniendo en cuenta el método del sembrado y el número de semillas sembradas por envase.

Presentación de hallazgos y discusión del resumen estadístico

Para esta investigación nuestro principal foco de estudio es el por ciento de germinación. Vamos a definir nuestros datos diciendo que las semillas sembradas con el método segregado va a ser la muestra de la población 1 (R_1); de esta misma manera nuestros sembrados con el método agregado son muestras de la población 2 (R_2).

Sabiendo lo antes mencionado podemos declarar nuestras hipótesis.

H_0 : $R_1 = R_2$ (Van a ser iguales ambos porcentos de germinación, no hay diferencia)

H_a : $R_1 > R_2$ (El porcentaje de germinación de la segregada será mayor)

Para comprobar estas hipótesis es necesario que se obtengan las proporciones de las poblaciones estudiadas. Estas proporciones les vamos a llamar p_1 y p_2 para la segregada y agregada respectivamente.

O sea que si:

x_1 = número de semillas germinadas en los sembrados segregados (i.e. 96)

x_2 = número de semillas germinadas en los sembrados agregados.(i.e. 143)

n_1 = número de semillas sembradas en cada uno de los sembrados segregados (100)

La distribución de la gráfica fue normal, con una desviación estandar de 2.36. La mediana tuvo un valor de 15, un valor mínimo de 11 y un máximo de 19. En la gráfica II (inferior), se hace el mismo análisis, donde se obtiene la distribución de frecuencia de germinación de semillas pero utilizando el método agregado. Esta no aparenta ser una gráfica de datos con distribución normal, sino exponencial. La tabla IV informa que la media es 9.6 semillas germinadas por envase y la moda fue 10. La desviación estandar fue .696. La mediana tuvo un valor de 10, el valor máximo fue 10 y el mínimo 8.

Gráfica II

Tabla III

Tabla IV

<i>Sembrado segregado</i>		<i>Sembrado agregado</i>	
Semillas germinadas por envase	9.6	Semillas germinadas por envase	14.3
Standard Error	0.2211083	Standard Error	0.74610098
Median	10	Median	15
Mode	10	Mode	15
Standard Deviation	0.6992059	Standard Deviation	2.35937845
Sample Variance	0.4888889	Sample Variance	5.56666667
Kurtosis	2.0454545	Kurtosis	0.41275874
Skewness	-1.6577247	Skewness	0.50378639
Range	2	Range	8
Minimum	8	Minimum	11
Maximum	10	Maximum	19
Sum	96	Sum	143
Count	10	Count	10
Confidence Level(95.0%)	0.5001821	Confidence Level(95.0%)	1.68779895

El análisis estadístico se realizará para poder comparar estas dos poblaciones. Estas muestras representativas, nuestros sembrados, no pueden ser comparadas directamente con estos resultados obtenidos; es decir, 96 en el segregado y 143 en el agregado. Se hubiera podido analizar directo, siempre y cuando las muestras (los sembrados) hubieran tenido la misma cantidad de semillas. Es necesario que las muestras de ambos estén en la misma proporción porque de no tener la misma proporción, probablemente el sembrado más grande de semillas tendría un mayor número de semillas germinadas. En nuestro caso, si no se hubiera utilizado la proporción, el sembrado segregado hubiera tenido una germinación más alta de semillas. Como sabemos que no se le ha dado la misma oportunidad a la muestra segregada (i.e. se sembraron 100 semillas menos), debemos buscar la forma de compararlas directamente; ésta es la proporción. A continuación se presentan las tablas de proporción en cada uno de los sembrados.

obtener las observaciones, o sea el conteo de las semillas que iban germinando. Este conteo realizado por José y en ocasiones por los tres fué de vital importancia para la investigación. El resto del trabajo se distribuyó entre Ramón y Maritza. El mismo consistió en analizar los datos obtenidos, recopilar información adicional, obtener referencias y hacer las pruebas estadísticas para poder hacer las comparaciones pertinentes. Todo esto con el objetivo de comparar las poblaciones y lograr la prueba de nuestra hipótesis.

Datos y cómo se obtuvieron:

Tabla I

Número del Sembrado :	Segregados 10 semillas c/u
1	10
2	10
3	9
4	10
5	10
6	8
7	10
8	9
9	10
10	10
Totales:	96
Media:	9.6
Porcientos:	96%
:	

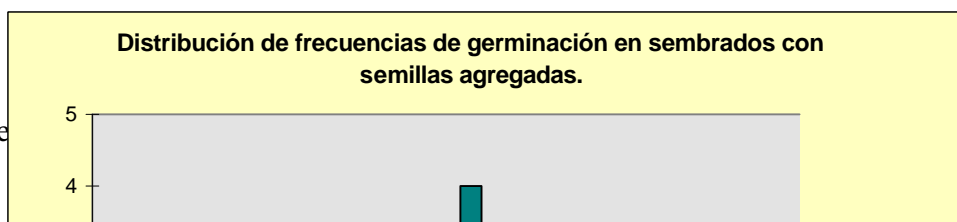
Tabla II

Número del sembrado:	Agregados 20 semillas c/u
1	15
2	19
3	13
4	12
5	15
6	15
7	12
8	16
9	11
10	15
Totales:	143
Media:	14.3
Porcientos:	72%

Los datos antes presentados son un reflejo de los resultados obtenidos en el trabajo experimental. Estos se obtuvieron mediante la realización de observaciones durante el transcurso del mismo. Como notamos, en el sembrado segregado (tabla I) se sembraron un total de 100 semillas. De estas 100 semillas nacieron 96 semillas. La tabla II nos explica que en el sembrado agregado, donde se sembraron 200 semillas, hubo germinación en 143 habichuelas de las habichuelas.

La grafica a continuación muestra las diferentes distribuciones de frecuencia de las semillas germinadas en los distintos envases.

Grafica I



germinación de semillas en los envases. La media es 14.3 y la moda es 15.

$(1.5 \text{ pulg.})^2 \pi = 7.07$ pulgadas cuadradas,
ahora procedimos a dividir este resultado entre el número de semillas correspondiente a ese envase (20):

$7.07 \text{ pulgadas} / 20 = .35$ pulgadas cuadradas,
de este resultado le sacamos la raíz cuadrada para saber el largo de los cuadrados en los cuales se van a sembrar las semillas:

$$(.35)^{1/2} = .59 \text{ pulgadas.}$$

- b. Luego con cuerdas de tamaño aproximado de .59 pulgadas, medimos la distancia a la cual se van a colocar las semillas. Esto se hizo localizando aproximadamente el centro de las semillas. Partiendo desde ahí, y utilizando el cordón, sabemos la distancia a la que sembrará la próxima semilla. Esto varió un poco al realizar el sembrado, ya que al envase ser circular no permitía una distribución exacta a la calculada.
- c. De esta manera se distribuyeron las 200 semillas en los 10 envases.

Este tipo de sembrado nos garantizó que el sembrado fuera de la manera más uniforme posible.

Para representar el sembrado segregado: Tomamos 10 envases de forma circular (con un radio de 2.5 pulgadas) para sembrar las 100 semillas, 10 en cada uno. Por lo tanto, el espacio que define la segregación, queda representado por el espacio del envase entre la cantidad de semillas sembradas en él. Al sembrarlas las colocamos utilizando el mismo método que el de la agregación (con relación a la uniformidad) pero tomando en cuenta que ahora el envase tiene un diámetro de 5.0 pulg. y que la cantidad de semillas a sembrarse es 10. Por lo tanto va a haber un espacio de 1.25 pulg. por semilla:

$$[(2.5 \text{ pulg.})^2 \pi / 10]^{1/2} = 1.4 \text{ pulgadas}$$

* Las semillas utilizadas en ambos métodos fueron escogidas de una manera aleatoria por el método de la bolsa.

* Los envases realmente no tienen gran importancia en el análisis de los datos, sino en la metodología utilizada. (Fue más cómodo para trabajar).

Ahora en cuanto al método estadístico que utilizamos:

- a. Para obtener los datos realizamos conteos del número de semillas germinadas para así obtener las proporciones en los dos tipos de sembrados. Estas proporciones obtenidas nos permite comparar las muestras sin que afecte la diferencia en el número de semillas sembradas en los sembrados agregados y en los segregados.
- b. Utilizamos la fórmula de proporciones para dos muestras diferentes.

Organización y distribución del trabajo:

Para comenzar a realizar esta investigación fué necesario que nosotros tres (Maritza, Ramón e inicialmente José) como equipo conociéramos todos los conceptos que envuelve ésta, para así llegar a un consenso sobre la metodología que utilizaríamos. Esto nos permitiría trabajar con el menor número de errores posibles.

Al realizar los sembrados fué necesaria la presencia del equipo, ya que ésta era una de las partes de mayor importancia en la investigación donde la precisión en el sembrado (o sea, la distancia entre semilla y semilla) establecería la diferencia entre los sembrados segregados y los sembrados agregados. El cuidado de los sembrados estuvo a cargo de José, ya que los mismos se ubicaron en su casa (la ubicación de todos los sembrados en un mismo lugar era necesario para que todos los sembrados estuvieran en el mismo medio ambiente). A partir de la primera semana comenzamos a

Investigación sobre la germinación, de la semilla de habichuela, en sembrados agregados y segregados.

Maritza Pérez
Ramón Pabón

Descripción del problema:

Un sembrador de plantas (específicamente de semillas de habichuelas) acostumbró a sembrar las semillas de habichuelas de manera agregada por alrededor de cinco años. Observando que no todas las semillas sembradas germinaban. Por lo tanto propuso el siguiente año sembrar las semillas de manera segregadas** con el fin de conocer si el por ciento de germinación segregada será mas alto que el por ciento de germinación agregada. Todo esto para minimizar el gasto en semillas no germinadas, reduciendo así la perdida de semillas y por consiguiente de dinero.*

Queremos conocer cual de los métodos de sembrado (segregado y agregado) es más eficiente en cuanto a qué por ciento de semillas se germina en cada uno. Para hacer esto debemos definir los conceptos agregados y segregados. Nuestro sembrado agregado consiste en sembrar semillas lo suficientemente unidas, casi una encima de la otra, donde se toquen unas con otras (se explica con mas detalles en la metodología). El sembrado segregado es donde las semillas se encuentran dispersas entre sí y en ningún momento existe algún tipo de competencia por el espacio o los recursos disponibles en el medio.

Metodología del estudio:

El problema en general lo podemos definir en cómo conseguir la manera de obtener un sembrado sin tener una pérdida en semillas tan alta. Definimos entonces nuestra H_0 como aquella donde un sembrado segregado debe tener el mismo porcentaje de germinación que el que tendría un sembrado de modo agregado.

Para representar el sembrado agregado: Tomamos 10 envases de forma circular (con radio de 1.5 pulgadas) para sembrar las 200 semillas. En cada uno se sembraron 20

**semillas que se han sembrado muy cerca entre sí, por lo que hay una competencia mayor por los recursos tales como el agua, los nutrientes de la tierra y el espacio.*

***semillas que se han sembrado dispersas unas de las otras por lo que los recursos están disponibles por igual para todas.*

semillas. Por lo tanto, el espacio que define la palabra agregado está supuesto a ser la cantidad de espacio del envase entre la cantidad de semillas sembradas en él.

Al sembrarlas las colocamos de la siguiente manera:

- a. Primero dividimos el espacio disponible en el envase por la cantidad de semilla que se iban a sembrar en el. O sea calculamos el área del envase: