EDN ECHO Notas de Desarrollo

Enero 2003
Número 81

Editado por Martin Price y Dawn Berkelaar

ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro cuya misión es dar Gloria a Dios y bendecir a la humanidad utilizando ciencia y tecnología para ayudar a los pobres.

Puntos de relieve

1 Ecos de nuestra red: Hacia experimentos agrícolas más fructíferos

3 Formalización de su investigación: Cómo realizar un experimento agrícola

7 Estuches de Prueba de Cianura Gratis para los Trabajadores del Desarrollo

8 Libros, Sitios Web & Otros Recursos

8 Del Banco de Semillas de ECHO

ECHO
17391 Durrance Rd
North Ft. Myers, FL 33917
EUA
Tel: (239) 543-3246
Fax: (239) 543-5317
echo@echonet.org
http://www.echonet.org

[De los Editores: En este número de *EDN* compartimos algunas ideas acerca de la investigación y su importancia para la gente que trabaja en el desarrollo agrícola. Primero, Mark MacLachlan, un miembro de nuestra red que trabaja con SIM en Etiopía, comparte algunas ideas acerca de la investigación y las misiones agrícolas. Luego, el Dr. Edward Berkelaar describe como llevar a cabo un experimento agrícola sencillo, seguido por un experimento de ejemplo. Quizás encuentre el segundo artículo difícil de seguir. De ser así, puede ser de ayuda revisar la información con alguien local que esté capacitado en planificación y realización de experimentos. También podría encontrar de utilidad leer primeramente sobre el experimento de ejemplo al final del segundo artículo].

ECOS DE NUESTRA RED: Hacia experimentos agrícolas más fructíferos

Por Mark MacLachlan
SIM-Etiopía

Para muchos de nosotros, la idea de "investigación" es atemorizante. No estamos capacitados para ello. Nos imaginamos análisis estadísticos rigurosos de los cuales no tenemos ni idea. Hemos visto revistas científicas de páginas brillantes que contienen palabras técnicas que no pudimos comprender. Además, ¿no es nuestra meta ayudarle directamente a los pequeños productores? ¿Por qué tenemos ahora que hacer investigación? De todas formas, ¿quién tiene tiempo para esto?

Es posible que la mayor parte de nosotros ya nos encontremos involucrados en llevar a cabo experimentos a algún nivel, pero a eso no le llamamos "investigación". Quisiéramos tener más información acerca de algún cultivo o técnica agrícola, para hacer una pequeña prueba de variedades o montar una demostración para ver si la idea funciona en nuestro clima. ¿Cómo se generará y distribuirá esta información si no es a través de los que nos encontramos en el campo? Y, ¿Cómo sabremos que podemos implementar de manera segura o recomendar algún nuevo método o planta a menos que llevemos a cabo el experimento adecuado?

Cada uno de nosotros posee tiempo y recursos limitados. Pero con un poco más de conocimiento, la mayor parte de nosotros puede hacer más útiles las pruebas que ya hacemos. Cualquiera que alguna vez haya puesto una semilla en la tierra y la haya observado crecer puede participar a cierto nivel en experimentos que sean útiles para todos nosotros.

Imagine a un misionero o a un agente extensionista que crea que cierta planta podría ser útil en su área. Siembra una pequeña parcela, aunque no registra cuanta semilla se utilizó, la fecha en que se sembró, cómo estaban las condiciones del sitio o que método se usó para la siembra. Después de cierto tiempo descubre que las plantas crecieron, y consumió la cosecha. Esta persona solamente puede adivinar se produjo. Todo lo que aprendió fue que el cultivo pareció desarrollarse bien y que a él le gustó el alimento que la planta produjo.

¿Es útil este tipo de experimento? Sí. El aprendió lo que quería saber. Los jardineros en todo el mundo hacen este tipo de pruebas y aceptan como válidos sus resultados.

Pero la utilidad de su prueba pudo haber sido aumentada fácilmente. Es probable que él no guarde la

información para sí. Por lo menos, se la mostrará a la gente que se encuentra a su alrededor, tanto productores como trabajadores para el desarrollo. El quizás hasta puede que envíe un correo electrónico a ECHO, donde la información será archivada en un registro de plantas, para ser descubierta en una fecha posterior por un pasante que se encuentre preparando una nota de investigación. Y esa información tan anecdótica habrá enriquecido de alguna pequeña forma la base de conocimientos de la red ECHO.

Existe la tentación de evitar hacer experimentos debido a que no estamos capacitados para hacer investigación o porque carecemos de recursos. Pero en vez de darnos por vencidos completamente, deberíamos hacer experimentos utilizando los recursos con que contamos. Talvez no tengamos las habilidades necesarias para hacer estadísticas, pero podemos extraer un promedio de un grupo de números. Al planear cualquier experimento, debemos considerar un grupo meta. Si nuestro grupo meta es el de profesores universitarios, es mejor que observemos las reglas con nuestras estadísticas. Si nuestro grupo meta es de productores sin educación formal, ¡es mejor que nos imaginemos qué criterio aceptarán para validar nuestra pruebas, porque las estadísticas probablemente no tendrán ninguna utilidad! Yo llamo a esto Experimentos con Recursos Apropiados.

Existen muchas formas de hacer más útiles las pruebas agrícolas. El primer paso es **reunir información**. Esto se aborda en el siguiente artículo en forma de reseña de literatura. Para Experimentos con Recursos Apropiados, la información puede recopilarse localmente. Por ejemplo, para un productor local puede resultar obvia la razón por la cual su prueba no funciona, ya que él o ella ha estado en el lugar más tiempo y tiene conexiones que usted no posee. Usted puede darse cuenta de que otro misionero o trabajador para el desarrollo estuvo en el área hace diez años y que probó todo tipo de cosas. Vea si lo puede localizar. Puede que usted no cuente con acceso a una biblioteca universitaria, pero Internet es una herramienta muy útil. Consulte el libro *Amaranth to Zai Holes* de ECHO si tiene el libro o puede acceder al sitio en la red de ECHO. También puede escribir al personal de ECHO para ver si tienen alguna información relacionada con la prueba que usted está considerando.

Otro paso es mantener **registros escritos**. Aunque sea sólo medir la cantidad de semillas sembradas, registrar el período de tiempo transcurrido hasta la germinación, y registrar el volumen de la cosecha es valioso, y brinda más información que no tener absolutamente nada. Pregunte al inicio de su prueba, "¿Qué información puedo recopilar que aumente el valor de esta prueba para mí y para otros?" Estos registros (valores medidos) pueden entonces usarse para calcular promedios. Usted puede decidir más adelante que sería apropiado tener estadísticas más complejas. Pero recuerde su grupo o grupos meta. ¿Ayudarán las estadísticas a convencer a la gente que más necesita convencer acerca del valor de un método o planta?

El siguiente paso es **documentar y compartir los resultados**. Los resultados de las investigaciones llevadas a cabo por las universidades usualmente son presentados en publicaciones. Para Experimentos con Recursos Apropiados, existe otra manera, más simple, de presentar la información en círculos más grandes. Usted podría incluir los resultados en boletines, enviar información a ECHO, escribir simples cartas a otros interesados o colocar resultados en su propio sitio de la red o en el de otros. La retroalimentación puede ser alentadora. Nuestra experiencia en Etiopía ha mostrado que los experimentos apropiados son contagiosos. Una de las satisfacciones en nuestro trabajo es la cantidad de gente que ha venido a nosotros con nuevas ideas que quieren probar. Ellos vieron que nuestro trabajo de investigación acerca de árboles locales fue realizado de manera simple pero efectiva, y se sintieron alentados a hacer lo mismo.

Nuestros resultados serán más convincentes si mostramos resultados similares en más de una prueba. (La comunidad académica llama a esto réplica). Un método puede funcionar o una planta crecer bien este año, pero, ¿qué pasará el próximo? Esto funcionó en la parte este de la finca, pero ¿qué pasa en el lado oeste? Estuvo bien en el extremo de este surco, pero ¿qué pasa con el otro extremo?. Cuando los resultados son compartidos, otros pueden duplicar lo que hemos hecho, talvez a una mayor escala. Esto puede ayudar a revelar las limitaciones de un método o planta en particular.

No deje que el rigor de las publicaciones formales le provoque temor de documentar y compartir la buena información que ha encontrado. Por otra parte, si usted tiene el conocimiento y la experiencia necesarios para publicar formalmente, ¡hágalo!

Otra forma de mejorar nuestros experimentos es encontrar a **alguien que revise la investigación** y nos dé sugerencias. A esto se le llama revisión de colegas en la comunidad académica. El propósito es hacer más exactas nuestras pruebas y la información más utilizable. ¿Quienes deberían ser los expertos que revisen nuestras pruebas? Talvez esto lo deberían hacer familias de productores que esperamos utilicen los resultados. Ciertamente, también deberían ser consultados otros misioneros y agentes de desarrollo que realizan trabajos similares. Un investigador profesional podría dar buenas sugerencias si pretendemos hacer más investigación formal. Pero lo importante es obtener aportes externos de alguien, preferiblemente de forma permanente.

La mayoría de nosotros tenemos una visión que excede nuestras circunstancias presentes. **Hacer experimentos es una manera de llegar más allá de nuestra situación inmediata.** La investigación captura la atención de los funcionarios de gobierno. Cuando se comparten, los resultados de los experimentos pueden ser útiles en lugares donde el misionero o trabajador para el desarrollo no hubieran tenido influencia de otra manera.

Yo tendía a pensar que no estaba haciendo una investigación real porque no estaba participando en la comunidad de "investigación formal". Pero cuando observé lo que estábamos haciendo y lo evalué desde el punto de vista de criterios distintos, encontré que mis experimentos estaban más

avanzados de lo que yo creía. También descubrí algunas maneras de mejorarlos.

Hacer experimentos puede servir de puente entre las personas altamente educadas y los grupos meta que se encuentran en la pobreza. Cada vez que hacemos que un funcionario de gobierno vea las cosas desde la perspectiva de un productor, le estamos haciendo un favor a este último. Un experimento que es bien realizado y luego es compartido con funcionarios de gobierno es una oportunidad para hacer eso justamente.

Para las personas con educación, nuestros experimentos le sirven de modelo, y pueden llevar a mejores formas de trabajar con las familias de productores. Para los productores, nuestros experimentos pueden brindarles oportunidades para compartir sus experiencias. Para la gente que, como yo, son foráneos en las áreas donde trabajan, es una oportunidad para estar en la comunidad como aprendiz, y el papel de aprendiz es mucho más aceptable para la mayoría de las comunidades que una actitud de sabelotodo. Un experimento bien hecho también puede servir para hacer más valiosa nuestra presencia para los gobiernos de los países donde trabajamos.

¿Podemos hacer experimentos para glorificar a Dios? ¿Es la investigación un sendero válido para glorificarlo a El? Yo pienso que sí. Dios puso a Adán en el jardín para trabajarlo y cuidarlo (Génesis 2:15). El "Jardín" aún requiere de atención cuidadosa. ¿Quién está cerca del trabajo y cuido del jardín que las familias de productores en los países en desarrollo? Cuando estamos al lado de ellos (a través del trabajo para el desarrollo que tiene su fundamento en **experimentos**) estamos con ellos para el cuido del jardín y actuamos en obediencia a Dios. Cuando obedecemos, El es glorificado. Si los alentamos a hacer cambios utilizando métodos basados en experimentos de mala calidad o en ninguno, podemos esperar que nuestro cuido de Su jardín será menos que el mejor.

Formalización de su investigación: Cómo realizar un experimento agrícola

Por Edward Berkelaar, Ph.D.

A medida que trabaja para el desarrollo agrícola, quizás haya momentos en que se encuentra a sí mismo preguntándose acerca de la respuesta a preguntas específicas que usted tiene. Por ejemplo, ¿Deben espaciarse las plantas 30 cm. o 60 cm. para lograr el rendimiento más alto? ¿Cuál de tres cultivares de tomate crecerían mejor en un área en particular? ¿Sembrar un cultivo de cobertura fuera de temporada resultaría en mayores rendimientos del maíz? Una vez que usted determine la pregunta en particular que necesita contestar, se pueden (y deben) seguir varios pasos. Estos pasos harán el mejor uso de su tiempo y esfuerzos a la vez que le darán mayor confianza en sus resultados. Este artículo cubrirá los pasos importantes a seguir en el planeamiento y realización de un experimento y luego aplicará estos pasos en un experimento de muestra. En algunos casos hemos usado palabras complicadas, pero por favor no deje que esto lo desanime. Hemos tratado de definir bien las palabras y las hemos resaltado para hacerlas más obvias.

¡Conozca su Pregunta!

El primer paso es saber exactamente lo que usted está preguntando. Mientras más simple y específica sea la pregunta, mejor. Por ejemplo, "¿Cuál variedad de tomate debería de recomendar en esta área? Es una pregunta mal formulada. Es vaga y debe especificarse lo más que se pueda. Talvez usted se encuentre en un área calurosa y ya sabe que puede descartar cualquier variedad de tomate que no fue desarrollada o creada para tener tolerancia al calor. Una mejor pregunta sería "De las variedades de tomate A, B, C, D y E, ¿Cuál tiene el mayor rendimiento comercializable?" La pregunta que usted hace está estrechamente relacionada con su **hipótesis de investigación,** la cual, en este caso, sería: "Uno de los cinco cultivares A, B, C, D y E tiene mejores rendimientos que los otros"; o "No todos los cultivares poseen rendimientos comercializables similares".

Por razones estadísticas, es importante poder llegar a lo que se conoce como **hipótesis** nula. Esto es lo opuesto a su hipótesis de investigación. En este caso, la hipótesis nula sería "Las variedades de tomates A, B, C, D y E poseen el mismo rendimiento comercializable". Este tipo de afirmación parece no tener sentido pero es importante debido a que el **uso de estadísticas no puede probar una hipótesis, pero puede brindar información acerca de una hipótesis nula**. Por ejemplo, si el análisis estadístico de los datos sugiere que los rendimientos comercializables de las diferentes variedades de tomate NO son los mismos, entonces usted puede concluir que no todas las variedades producen el mismo rendimiento comercializable. Se puede utilizar un proceso similar para comparar el espaciamiento entre plantas, técnicas de poda tasas de aplicación de fertilizante, etc.

Investigación de literatura

Una vez que usted conoce su pregunta, pase algún tiempo buscando información que ya haya sido recolectada sobre el tema. Talvez una estación local de investigación ha efectuado pruebas de variedades y la información (o parte de ella) ya se encuentra disponible. Talvez se realizó una prueba de variedades hace algunos años en otro lugar, y usted puede ver como algunas variedades recientemente disponibles se comparan con algunas otras que han estado siendo utilizadas por un buen tiempo. Talvez encuentre guías que expliquen cómo se hicieron pruebas previas de variedades, aún si estas eran de un cultivo diferente. A menudo, el resultado de una investigación de literatura es lo que usted necesita para modificar su pregunta. En el proceso de investigación de literatura, usted se familiarizará más con su área objeto y terminará con una pregunta más clara de la cual quiere respuesta.

Planee Su Experimento: Réplicas, Aleatorización, e incluya un Control

El próximo paso es planear su experimento. Primero que todo, ¿qué es lo que quiere comparar en su experimento? Usted

podría querer comparar muchas variedades de una especie de planta en particular (esto es llamado "prueba de variedades"), o usted podría querer hacer un experimento que involucre tratar plantas de la misma variedad de distintas maneras (p.ej. espaciar algunas a 30 cms y otras a 60 cms). En el último caso, cada manera en que usted trate a las plantas es llamada **tratamiento.**

Cuendo se planee un experimento, existen tres procedimientos esxtremadamente importantes a llevar a cabo: réplica de tratamientos (o de variedades), aleatoirzación, y tener un control como uno de sus tratamientos.

Réplica: **La réplica** significa que usted aplica cada tratamiento a varias plantas diferentes (o surcos, parcelas) en vez de hacerlo en solo una. Usar dos plantas, surcos o parcelas, etc., es una réplica, pero no es suficiente—usted debe tener al menos tres réplicas por cada variedad o tratamiento. Es importante replicar dentro de diferentes tratamientos ya que usted quiere que sus resultados sean los más exactos posibles.

Por ejemplo, si usted quiere saber si las mujeres y los hombres en una población tienen el mismo peso, la manera más exacta de hacer esto es medir la altura de todas las mujeres y todos los hombres, extraer un promedio, y luego compararlos. Obviamente, no es realista tratar de medir la altura de toda esa gente. En vez de esto, se muestrea a la población, y se mide esa muestra. Si usted selecciona solamente un hombre y una mujer, usted pudo haber escogido a una mujer alta y a un hombre de baja estatura, sin saber que estos individuos no son 'promedio.' Al replicar (p.ej., medir la altura de 8 hombres y 8 mujeres), es probable que usted obtenga una idea más exacta de la altura promedio de una mujer y un hombre. Aunque es posible, aunque mucho menos probable, que usted escogiera a 8 mujeres inusualmente altas u hombres inusualmente bajos para sus medidas. La réplica además brinda información acerca de la uniformidad de una población. Por ejemplo, ¿son la mayoría de las mujeres similares en altura?, o ¿las alturas varían ampliamente?

Como un ejemplo adicional, suponga que usted posee una pequeña parcela con diez surcos que tienen 40 m de largo cada uno, y usted desea saber el rendimiento por longitud dada de surco de cinco variedades de tomate. Una opción sería llenar cada surco con una de las cinco variedades (Figura 1a). De esta manera usted podría plantar dos veces cada cultivar, y obtener dos medidas (réplicas) por cultivar.

Como alternativa, puesto que los surcos de 40 m son bastante largos, usted los puede dividir a la mitad (secciones de 20 m) o incluso en cuartos (secciones de 10 m) (Figura 1 b y c). Esto le daría una oportunidad de tener cuatro o incluso mejor, ocho réplicas para cada variedad. La única diferencia sería que en vez de rendimiento por 40 m, los resultados serían en rendimiento por 20 m o rendimiento por 10 m. Esto involucraría un poco más de trabajo debido a que usted necesitaría marcar más secciones y hacer más etiquetas. Usted necesitará la misma cantidad de tierra y el mismo número de plantas. Estadísticamente, habrá aumentado enormemente el poder de su experimento. Usted no puede analizar su experimento utilizando estadísticas si no hay réplicas, p. ej., si planta sólo un surco de cada variedad y mide el rendimiento de cada surco. **Mientras más réplicas tenga, mejor estará (trate de hacer por lo menos tres), aunque generalmente, tener más de 10 réplicas es innecesario en experimentos agrícolas.**

Para algunos experimentos (p. ej., pruebas de variedades), también es importante repetirlos en distintos años para tener en cuenta las diferencias en las condiciones de crecimiento de un año al siguiente.

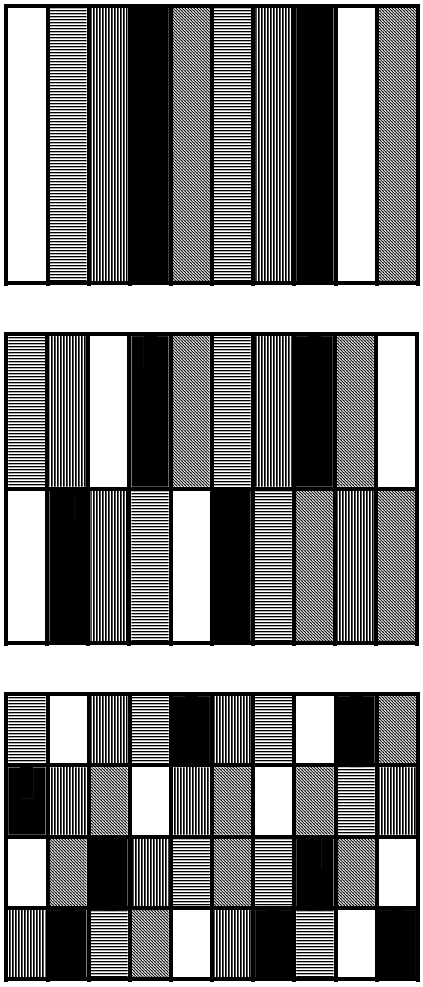

Figura 1. En 1a, hay diez surcos con cinco variedades (cada uno esta representada con un tinte differente), y tendrìan dos réplicas para cada variedad. En 1b, los surcos estan divididos a la mitad y tendrìan cuatro rèplicas para cada variedad. En 1c, los surcos estan divididos en cuatros, y tendrìan ocho rèplicas para cada variedad. Las maneras en 1b y 1c son mas mejor para experimentos agricolas.

Aleatorización: El segundo concepto importante es el **hacer aleatorias** las localidades de sus diferentes tratamientos (en este ejemplo variedades). Esto asegura que las diferentes variedades o tratamientos experimentales se plantan o distribuyen aleatoriamente, en vez de tener todas las de una sola clase en un lugar y todas las otra clase en otro lugar. La aleatorización es necesaria debido a que las condiciones de crecimiento (por ejemplo medio ambiente del suelo) en su parcela pueden variar de un área a la siguiente. Talvez una variedad de planta se comporta bien en su experimento, no debido a que fue una variedad superior, sino debido a que se colocó en un lugar que era más fértil (talvez los fertilizantes no se aplicaron uniformemente o la fertilidad natural del suelo

difería de un área a la otra). Talvez un área de la parcela era un punto bajo en el campo, de forma que el suelo ahí era más húmedo. O talvez una esquina de su parcela estaba bordeada por una fila de árboles y recibía un poco de sombra durante el día. La "magia" del análisis estadístico es que le puede dar confianza sobre si la diferencia en el comportamiento del cultivo que usted midió fue realmente debido a una diferencia entre tratamientos o a algún otro factor.

Es importante que las condiciones sean tan uniformes como sea posible en toda la parcela experimental, pero dado que las condiciones nunca pueden ser exactamente las mismas, es importante distribuir de forma aleatoria las diferencias en su parcela entre los diferentes tratamientos.

Esta es la forma más fácil de sembrar de forma aleatoria una prueba de variedades. En primer lugar, marque todas las camas de siembra que necesite (el número de variedades que usted está probando por el número de réplicas). Luego, escriba el número de cada variedad en una pedacito de papel. Para cada variedad, necesitará tantos pedacitos de papel como réplicas haya. Desués, ponga los pedacitos de papel en una bolsa. Luego, vaya a su primera cama de siembra y saque un papelito–esta es la variedad que usted sembrará primero. Continúe haciéndolo hasta que todas las variedades estén sembradas.

Utilice un control: Un **control** es la variedad o tratamiento con la que se comparan las otras. Es importante incluir un control como uno de sus tratamientos y en ocasiones es útil incluir más de uno. Imagine un experimento en el que se está probando una nueva técnica de crecimiento y resulta en un excelente rendimiento del cultivo. El incluir la vieja técnica de crecimiento como un control le permite determinar si el alto rendimiento del cultivo fue debido al cambio en la técnica de cultivo o a otro factor tal como una óptima estación de crecimiento. Si desea hacer una prueba de variedades, siempre es bueno incluir almenos una variedad local comúnmente cultivada. Puesto que los controles están expuestos a las mismas condiciones (tanto buenas como malas) que sus otros tratamientos, sirven como un excelente punto de comparación. Los controles deben replicarse y tratarse igual que sus otros tratamientos. **Un control es esencial**; no sería aceptable simplemente comparar sus resultados con datos de rendimientos de un año anterior o comparar sus resultados con datos publicados. (Está bien comparar datos con datos publicados, pero no lo es hacerlo en vez de tener un control.)

Registro de Observaciones & Datos

Un **informe escrito** de su método y de los resultados finales es importante si usted desea compartir esta información con otros – e incluso para usted recordarla en años futuros. Otros pueden tratar su técnica, y puede no funcionar. En este caso, ellos estarán muy interesados en saber por qué no. ¿Qué tipo de suelos tiene usted? ¿Cuáles fuerosn sus condiciones climáticas? ¿En qué momento del año hizo usted su experimento y cuátno tiempo duró? ¿Fertilizó sus suelos, y si lo hizo, cuándo? ¿Con qué tipo de fertilizante y cuánto del mismo utilizó? ¿Sufrieron sus plantas de algún tipo de enfermedad o de alguna plaga? Información como esta pudiera ayudar a explicar por qué un experimento condujo a diferentes resultados cuando se realizó en un lugar o en un momento diferente. Por ejemplo, si se realizaron dos pruebas de variedades de tomate, sería informativo (pero también un poco confuso) saber que en la primera prueba, la Variedad A se comportó mejor, y que en la segunda prueba, la Variedad D se comportó mejor. Sería útil saber que durante la primera prueba de variedades, el clima fue "frío y húmedo", mientras que en la segunda prueba de variedades, las condiciones de la prueba fueron "calientes y secas".

Al final del experimento, **registre sus datos.** La forma en que usted mida el rendimiento debe seleccionarse cuidadosamente para asegurar que contesta las preguntas que está haciendo. Asegúrese de que trata de la misma forma a todas las plantas en el experimento. Coseche todo al mismo tiempo si es posible, o si esto no es posible, trate de cosechar el 25% de cada tratamiento en vez de todo lo de un tratamiento un día y todo lo de un segundo tratamiento el segundo día. Si más de una persona está cosechando, eplique a todos el estándar utilizado para decidir si el fruto debe cosecharse, descartarse, o dejarse en las plantas para cosecha futura. Con más de un trabajador, también es aconsejable rotarlos a la mitad de la cosecha de un tratamiento, de forma que no sólo una persona coseche los tratamientos A y B y sólo otra persona coseche los tratamientos C y D. Esto puede ser otra fuente de error al analizar los resultados; talvez una persona era un cosechador lento, o tenía una técnica diferente de la otra.

Resumir los Datos: Estadística

La estadística es una forma de resumir datos. Es importante comprender qué puede hacer y qué no puede hacer la estadística. La estadística descansa en las probabilidades. Puede permitirle conocer si el promedio de dos columas de números (tratamiento 1 y tratamiento 2, ó variedad 1 y variedad 2) son diferentes una de la otra. La estadística le dará la respuesta a una pregunta junto con una probabilidad. En experimentos agrícolas, esta probabilidad está establecida en 0.05 ó 0.01, lo que significa que aunque usted pueda concluir que los promedios son diferentes, hay un 5% ó 1% de posibilidad de que su conclusión esté equivocada. Esta es una posibilidad muy pequeña. En contraste, usted no podría tener confianza en una conclusión que tuviese un 25% de posibilidad de estar equivocada (una probabilidad de 0.25).

Por ejemplo, si usted tiene dos promedios, 9.2 y 12.6, ¿son ellos estadísticamente los mismos o son diferentes? La respuesta depende de dos cosas; la diferencia entre dos números (en este ejemplo 3.4), y la variabilidad en los números de donde viene el promedio. Si 9.2 fuera el promedio de 8.2, 9.0, 9.7, y 9.9, mientras que 12.6 fuera el promedio de 10.8, 11.7, 12.9, y 15.0 (i.e. en cada caso, las cifras fueron similares al promedio), entonces podemos concluir que los promedios no son iguales. Por el otro lado, si 9.2 fuese el promedio de 4.7, 5.8, 12.3, y 14.0, y 12.6 fuese el promedio de 3.9, 9.1, 16.5, y 20.9 (i.e. las cifras que constituyen el promedio variasen ampliamente), entonces nos encontramos

ante una situación diferentes, y no podríamos concluir que 9.2 y 12.6 son estadísticamente diferentes uno del otro.

Escribir un Informe

Una vez que se han recolecatado y analizado los datos y se ha llegado a conclusiones, es importante **escribir un informe corto**. El informe debe contener varias secciones. En la *Introducción,* es importante incluir la pregunta que usted se hace, por qué es importane, y cualquier información adicional relevante que usted descubrió mientras hacía su revisión de literatura. A la segunda sección la llamamos la sección *Materiales y Métodos*, y debe describir exactamente cómo realizó usted el experiemento (los materiales y métodos que usted realmente utilizó para hacer el experimento). Esta sección debe escribirse con el suficiente detalle como para que alguien pueda repetir el experimento utilizando su descripción. La sección final del informe se llama la sección de *Resultados y Discusión*, y contiene los datos que usted recolectó junto con las conclusiones a las que llegó. Los resultados de los análisis estadísticos típicamente se incluyen aquí, junto con cualquier idea que usted pueda tener al respecto de por qué los resultados fueron de la forma que fueron. Al final del informe es importante presentar una lista de todas las publicaciones a las que hizo referencia, de forma que otros que lean su informe puedan también encontrarlos y referirse a ellos.

Ejemplo de experimento

Los datos abajo son de un experimento realmente hecho en ECHO, pero lo hemos simplificado informando aquí los resultados de sólo tres variedades.

Pregunta: ¿Cuál de las tres diferentes variedades de calabazas tropicales (*Curcurbita moschata*) ('La Primera', 'Butternut', y 'Acorn') tiene el rendimiento más alto?

Hipótesis de investigación: Una de las tres variedades de calabazas tropicales ('La Primera', 'Butternut', y 'Acorn') tiene un rendimiento más alto que las otras.

Hipótesis Nula: Los rendimientos de las tres variedades de calabazas tropicales ('La Primera', 'Butternut', y 'Acorn') son los mismos.

Diseño Experimental:

Número de Plantas: 54 (18 de cada variedad); 3 variedades replicadas 3 veces (cada réplica era una cama de 6 plantas)

Tratamientos: 3 variedades diferent de calabazas tropicales; 'La Primera', 'Butternut', y Acorn. 'La Primera' era el control en este experimento, debido a que es una variedad que se cultiva comercialmente en Florida.

Aleatorización: El diseño experimental era un diseño completamente aleatorio (DCA). Existen otros diseños experimentales y son útiles en ciertas circunstancias. El DCA es el diseño más simple, y más práctico. A continuación se describe la manera más fácil de hacer aleatoria esta prueba de variedades. En primer lugar, haga nueve camas de siembra, cada una de suficiente tamaño para contener seis plantas. En segundo lugar, haga nueve pedazos de papel y escriba 'La Primera' en tres de ellos, 'Butternut' en los siguientes tres, y 'Acorn' en los tres restantes. Mezcle los papeles en un sombrero o en un tazón y sáquelos uno a uno. El orden eb qye salen los papeles es el orden en el que deben plantarse las diferentes variedades.

Datos y Análisis: Los datos se muestran en la Tabla 1, más abajo. Los rendimientos de las calabazas (de seis plantas) se muestran para cada variedad y para cada réplica. Los rendimientos de seis plantas promediados de todas las tres réplicas también se muestran, al igual que el error estándar para cada variedad. Los errores estándar son una medida de variabilidad dentro de una variedad. Por ejemplo, los tres rendimientos de 'La Primera' son bastante similares, y su error estándar es bastante pequeño, mientras que los rendimientos de 'Butternut' no son tan similares, y su error estándar es más alto. Mientras más pequeño es el error estándar, más uniformes son los datos.

Tabla 1. Datos de rendimiento para prueba de variedades de calabaza tropical.

	Rendimiento en kg de seis plantas		
	'La Primera'	'Butternut'	'Acorn'
Réplica 1	21.1	4.42	15.2
Réplica 2	17.9	2.95	5.78
Réplica 3	21.2	12.8	13.1
Promedio	20.1	6.72	11.4
Error Estándar	1.08	3.07	2.86

El siguiente paso es determinar si, hablando estadísticamente, los rendimientos promedio de los diferentes tratamientos son significativamente diferentes uno del otro. En nuestro ejemplo, ¿son las diferencias entre los promedios 20.1, 6.72 y 11.4 debidas al hecho de que las diferentes variedades realmente rindieron diferentes cantidades de calabazas (i.e. que son 'significativamente diferentes'), o las diferencias son debido a una casualidad? Un análisis estadístico indicará cuál es la explicación más probable. Una explicación del análisis estadístico está más allá del alcance de este artículo, pero más abajo presentamos el resultado de un análisis de muestra. Estamos recopilando información adicional que será útil si usted desea hacer análisis estadísticos de sus datos. Podemos enviarle esta información por correo normal o por correo electrónico. También la pondremos en nuestro sitio web cuando esté lista.

Se hizo un análisis estadístico sobre los datos anteriores para probar nuestra hipótesis nula de que los rendimientos de las tres variedades de calabazas tropicales ('La Primera', 'Butternut' and 'Acorn') son los mismos. El análisis puede probar si la hipótesis nula es verdadera. Una baja probabilidad o valor p ($p<0.05$) significa que la hipótesis nula no es verdadera y que al menos una de las variedades tiene un rendimiento diferentes de las otras.

En este caso, comparamos cada par de variedades, lo que resultó en los los siguientes valores de p:

'La Primera' vs 'Butternut'	p=0.015
'La Primera' vs 'Acorn'	p=0.046
'Butternut' vs 'Acorn'	p=0.33

Típicamente, el valor de corte de p es de 0.05. Esto significa que cuando la probabilidad es mayor de p=0.05 (5%, ó 1 vez en 20), no tenemos la confianza de decir que los promedios son diferentes. En este caso, podemos concluir lo siguiente: 1) El rendimiento de 'La Primera' fue diferente del de 'Butternut' (p=0.015) y de 'Acorn' (p=0.046); y 2) el rendimiento de 'Butternut' y de 'Acorn' no difirió. En el caso de la primera conclusión, hay menos de una probabilidad en 20 de que estemos equivocados. Debido a que la primera comparación tiene un valor p más bajo (casi 1 en 100), tenemos más confianza en ella que en la segunda comparación. Aún así, aún hay un muy pequeña posibilidad de que estemos equivocados– estos tipos de análisis nunca nos permiten estar absolutamente seguros. [Ed: los científicos a veces son objetos de bromas debido a que son tan precisos y vacilan en decir mucho con certeza. Alguien describió a un científico como a una persona a quien si se le pregunta de qué color es una casa contesta "La parte que ve hacia mí es amarilla"] No podemos decir que el rendimiento de 'Butternut' y 'Acorn' fueron diferentes debido a que hay una muy alta probabilidad (33%, ó 1 en 3) de que estos promedios sean diferentes debido a la casualidad. Esto es probablemente debido a la relativamente alta cantidad de variabildiad en los datos de rendimiento de 'Butternut' y de 'Acorn'.

Conclusiones: Podemos rechazar nuestra hipótesis nula de que "Los rendimientos de las tres variedades de calabazas tropicales ('La Primera', 'Butternut', and 'Acorn') son los mismos". Nuestro análisis estadístico mostró que el rendimiento de 'La Primera' fue probablemente más alto que el rendimiento de las otras dos variedades. No hubo diferencias significativas en el rendimiento de 'Butternut' y de 'Acorn', a pesar de la gran diferencia numérica medida; hubo una alta probabilidad (1 en 3) de que la diferencia en esos rendimientos fuese debida a la casualidad.

En este caso, la probabilidad de que los promedios sean todos similares unos a otros es de 0.0004 (p = 0.0004), o de 4 en 10,000. Podemos decir con confianza que al menos uno de los tratamientos fue diferente de los otros.

Estuches de Prueba de Cianuro Gratis para los Trabajadores del Desarrollo

Por Dawn Berkelaar

Cuando estaba trabajando en el artículo sobre chaya y concentrado de proteína de hoja que aparecjó en el último volumen de *EDN* (Volumen 80), supe de un estuche de prueba de cianuro desarrollado por el Dr. Howard Bradbury en la Universidad Nacional de Australia, en Canberra, Australia. El estuche contiene suficientes insumos para analizar 100 muestras de raíces o harina. Un estuche separado mide tiocianato urinario para dar una medición de ingesta reciente de cianuro (cuando un alimento que es ingerido libera cianuro, mucho de dicho cianuro se convierte en tiocianato y se secreta en la orina). Los estuches están disponibles con el Dr. Bradbury gratis para los trabajadores de la salud y de la agricultura en los países en desarrollo. Hasta el momento, se han suministrado 250 estuches a trabajadores en 35 países.

Los estuches de prueba de cianuro son compactos y pueden utilizarse por cualquiera con educación secundaria. Cada estuche contiene una hoja de instrucciones detallada (disponible en inglés, francés, portugués, portugués, Bahasa Indonesia), 30 viales de plástico, papeles conteniendo una solución tampón a pH 6, una balanza para medir 100 mg de material de prueba, dos pipetas plásticas graduadas de 1 ml, papeles amarillos de picrato que se oscurecen en la presencia de cianuro, y una tabla de colores con 10 tonos de color correspondientes 0 – 800 ppm de cianuro total. Tanto más amarillo se vuelva el papel de picrato, más cianuro se encuentra presente (Figura 2). La Figura 2 muestra los resultados de las prueba que yo hice para medir la concentración de cianuro en hojas de chaya fresca y en el concentrado de proteína de hoja. Aunque los colores no son visibles en la foto en blanco y negro, usted puede ver la tabla con sus gradaciones de color que corresponden a las diferentes concentraciones de cianuro. Puede verse a todo color en nuestro sitio web que contiene este número. **Una nota improtante es que usted debe tener un congelador o al menos un refrigerador para almacenar los papeles de picrato, debido a que ellos gradualmente se oscurecen a la temperatura ambiente hasta que son eventualemnte inútiles.**

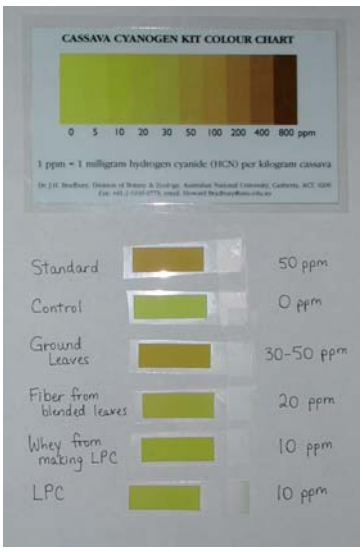

Figura 2. Resulados de un análisis de cianuro, incluyendo la tabla de color que indica cuánto cianuro está presente.

Si usted es un trabajador de salud o agrícola que trabaja en un país en desarrollo y desea recibir un estuche de prueba de cianuro gratis, por favor contacte al Dr. Howard Bradbury en la Escuela de Botánica y Zoología, Universidad Nacional de Australia; Canberra, ACT 0200, Australia; teléfono: +61-2-6125-0775; fax: +61-2-6125-5573; e-mail:

<Howard.Bradbury@anu.edu.au>. Incluya una breve descripción de lo que desea probar, debido a que el Dr. Bradbury tiene estuches ligeramente diferentes para probar raíces de yuca (estuche A), productos tales como harina y gari (estuche B2), tiocianato urinario (estuche D1), y hojas cianogénicas (estuche E). Las personas que viven en los países desarrollados pueden comprar los estuches por US$250 ó AU$500.

El Dr. Bradbury también está involucrado en una red gratuita llamada la Red de Enfermedades provocadas por Cianuro de Yuca (CCDN por sus siglas en inglés). El está iniciando un boletín de noticias y estimula a las personas a afiliarse si el tema es importante para su trabajo. El sitio web de la CCDN puede verse en <http://www.anu.edu.au/BoZo/CCDN/six.html>. Si desea afiliarse, escriba por correo electrónico o contacte al Dr. Bradbury en las direcciones anteriores.

Dicho sea de paso, en el pasado, escribimos en *EDN* que después de que la chaya se ha hervido por varios minutos ya no contiene niveles peligrosos de cianuro o de sustancias que producen cianuro. Gracias al estuche de prueba del Dr. Bradbury, pudimos probar chaya cruda y cocinada y determinar los niveles de cianuro antes y después de la cocción. Las hojas de la planta que probamos contenían de 30 a 50 ppm antes de cocinar, pero sólo 5 ppm después de haber hervido durante diez minutos. 5 ppm es un nivel suficientemente bajo que no debe causar preocupación al comer hojas cocidas que contienen dicha cantidad de cianuro

LIBROS, SITIOS WEB Y OTROS RECURSOS

Nuevo Sitio Web de Marango

Nos complace informar sobre un sitio web diseñado específicamente para gente y organizaciones que están interesados en especies de marango y en sus usos. La dirección del sitio web es <www.moringanews.org>. La información en el sitio está disponible tanto en inglés como en francés.

El sitio web de marango se estableció para facilitar una red de personas interesadas en el marango. La importancia de dicha red se discutió en una conferencia llamada "Potencial de Desarrollo para productos de Marango" que se realizó en Tanzania en 2001. [Ed (MLP): Yo tuve la suerte de asistir a dicha conferencia] Los resúmenes completos de la conferencia están disponibles en el sitio web de marango. También está disponible una lista de correos. Si desea afiliarse, necesita suscribirse a la lista de correos desde el sitio web; los mensajes que se envíen a la lista entonces se enviarán a su dirección de correo electrónico. Los miembros de la lista de correos tienen la opción de añadir su nombre, el nombre de la organización y la dirección de correo electrónico a un directorio de membresía al que sólo se puede tener acceso en línea (actualmente 150 personas están en la lista en el directorio). Otra página útil incluye una página de enlaces (con enlaces a 52 sitios web relacionados) y una página en la que ud. puede descargar algunos documentos y encontrar otras referencias para literatura relacionada con marango.

El sitio web de marango es mantenido por varias ONG francesas que buscan promover el desarrollo sostenible en los trópicos y subtrópicos. La Dra. Armelle de Saint Sauveur, el contacto para el sitio web de marango, dijo que muchas personas se han registrado para la lista de correos. Ella se siente animada por el hecho de que, por todas las apariencias, el sitio web está llenando una necesidad.

DEL BANCO DE SEMILLAS DE ECHO

Frijol Lima de Siete años

Por Grace C. Ju, Ph.D.
Gerente del Banco de Semillas de ECHO

Actualmente se encuentra disponible en ECHO frijol lima de siete años (*Phaseolus lunatus*) en ECHO. El lima de siete años también es llamado Frijol Madagascar, Dama Pintada o Lima Tropical. Nuestras semillas vinieron originalmente del Rancho Asveldt en Mwenezi, Zimbabwe, donde el lima de siete años se planta alrededor de las casas y crece arriba de los techos, lejos de las cabras forrajeras. El nombre común se refiere a su habilidad de permanecer productivo por varios años. Una cualidad única de este frijol es su habilidad de disminuir y suprimir las malezas mientras brinda forraje continuo para los animales, frijoles para el consumo humano, un cultivo de cobertura denso para las regiones tropicales secas y un abono verde que añade nitrógeno al suelo. El frijol lima de siete años se caracteriza por su rápido crecimiento de enredadera que se desarrolla rápidamente en una mata densa de cerca de 2' de alto. Los frijoles son blancos con una mezcla de rojo vino oscuro.

La planta se comporta mejor en una temporada de crecimiento seca, libre de heladas, pero si hiela, entonces morirá y luego rebrotará. Su crecimiento se retrasa por el clima frío. Es bastante resistente a la sequía y requiere de suelo ligero, bien drenado, con un pH de 6 a 7. Es tolerante a una amplia variedad de tipos de suelo. Los frijoles pueden plantarse en montículos y espalderas, o pueden sembrarse al voleo para producir una cobertura densa. Antes de la temporada húmeda, la enredadera debe podarse para lograr un rebrote saludable de nuevo crecimiento para resistir las lluvias intensas. El producto de las podas puede darse como alimento a los animales como mezcla con otros forrajes.

Las vainas se producen continuamente durante la vida de la planta, proporcionando múltiples cosechas. Los frijoles secos están listos para cosechar después de 3-5 meses. Las semillas son fáciles de colectar y pueden mantenerse en un almacenamiento fresco y seco por varios años. El frijol lima de siete años es extremadamente resistente y vigoroso. Es susceptible a nemátodos de la raíz, aunque persiste áun con las raíces infectadas. Cuando algunas otras leguminosas en la finca de ECHO fueron infestadas con saltamontes hace dos veranos, el lima de siete años sufrió la menor cantidad de daño y continuó produciendo, mostrando buen vigor.

Los frijoles pueden comerse como grano. Deben remojarse durante 4-6 horas antes de cocinarse y luego hervirse durante 1 ½ horas. El agua debe descartarse antes de comer los frijoles. Los frijoles y las hojas no deben comerse nunca crudos puesto qeu contienen una toxina, ácido hidrociánico, que se elimina con el remojo y la cocción. Los frijoles lima son una buena adición de proteína a sopas, guisados y cacerolas. Los frijoles cocidos pueden refrigerarse y comerse fríos.

Aquellos que trabajan en misiones o en algún área del desarrollo sin fines de lucro en un país en desarrollo pueden solicitar a ECHO un paquete de muestra de lima de siete años sin cargo alguno. Otros pueden comprar las semillas a $3.50 por paquete más $1.00 por envío.

****

También note: los siguiente tipos de semillas están disponibles a granel en en banco de semillas de ECHO. Contacte a ECHO para averiguar precios y cantidades. Hay paquetes únicos de prueba gratuitos para trabajadores del desarrollo.

Frijol alado (*Psophocarpus tetragonolobus*): Esta leguminosa trepadora del bosque húmedo crece en el clima caliente, húmedo. Produce hojas, flores, vainas, semillas verdes y raíces tuberosas comestibles, todas altas en proteínas. Utilizada como abono verde y en cultivos intercalados con bananos, caña de azúcar y batata.

Indigo Peludo*(Indigofera hirsuta*): Leguminosa de porte erecto utilizada para pastoreo. Adaptada a suelos arenosos y puede crecer en áreas secas. Puede utilizarse como heno, ensilaje y cultivo de cobertura.

Okra Africana (*Abelmoschus esculentus*): Las vainas son comestibles en un tamaño mucho más grande que para la mayor parte de las otras variedades de okra. En pruebas en Haití encontramos que continúa produciendo cuando los días se vuelven más cortos y otras variedades se vuelven menos productivas.

Frijol Terciopelo Tropical (*Mucuna pruriens*): Una leguminosa anual resistente que es un cultivo de cobertura de enredadera y abono verde. Usualmente en cultivo intercalado con maíz. Añade grandes cantidades de nitrógeno y materia orgánica al suelo. Buen forraje para el ganado.

Zanahoria de Uberlandia (*Daucus carota*): Al contrario de la mayoría de las zanahorias, esta variedad de Brasil semilla en los trópicos. La calidad será inferior, pero los agricultores pueden hacer su propia selección para desarrollar variedades locales adaptadas de las que pueden guardar semilla. Vea el *EDN* 74-7 para la experiencia de un agricultor que utilizó las técnicas descritas en *Amaranth to Zai Holes* página 55 (ambos disponibles en nuestro sitio web).

Semillas de Atemoya de ECHO

Por Martin Price, Ph.D.

En el momento en que usted esté leyendo esto nosotros estemos probablemente disfrutando mi fruta tropical de postre favorita, la atemoya. Esto significa que es el momento de solicitar un paquete de semilla si la atemoya todavía no está creciendo en su área. Aunque hay variedades injertas, crece bien a partir de semilla y produce buenas frutas en pocos años.

Atemoya es un cruce hecho por el hombre entre la chirimoya de altura (*Annona cherimola*) y la anona de tierras bajas (*A. squamosa*). Se encuentra en la familia de frutas de las anonáceas, siendo otros ejemplos la guanábana y la anona. Ud. puede leer sobre ella en nuestro sitio web, vea en el volumen 54 de *EDN* o solicitar el artículo por correo o por correo electrónico. Las semillas son gratuitas para los miembros de nuestra red en el extranjero, $3.50 por paquete (más $1.00 por envío) para los horticultores en EE.UU.

ESTA PUBLICACION tiene derechos de autor del año 2003. Las subscripciones valen US$10 por año (US$5 para estudiantes). Las personas que trabajan con pequeños agricultores y hortelanos urbanos del tercer mundo deberán pedir una solicitud para obtener una subscripción gratuita. En español, los números 47-81 pueden comprarse por la suma de US$12, incluyendo el franqueo aéreo. En inglés, los números 1-51 (revisadas) se encuentran disponibles en una obra llamada *Amaranth to Zai Holes: Ideas for Growing Food Under Difficult Conditions*. El costo del libro es de US$29.95 más el franqueo postal en América del Norte. Hay un descuento para misioneros y trabajadores en pro del desarrollo de los países en vías de desarrollo (en las Américas, US$25 incluye el correo aéreo; Europa, Africa y Asia, US$25 incluye el correo por vía terrestre y US$35 para enviarlo por correo aéreo). El libro y todos los números subsiguientes están disponibles en CD-ROM por $22.00 (incluyendo el franqueo aéreo). En inglés, los números 52-82 pueden comprarse por la suma de US$12, incluyendo el franqueo aéreo. ECHO es una organización cristiana no lucrativa que le ayuda a ayudar a los pobres del tercer mundo para que cultiven productos alimentarios.