

GUÍA PARA AGRICULTORES: CÓMO REALIZAR INVESTIGACIÓN EN SU CAMPO



La Fundación para la
Investigación de la
Agricultura Orgánica



Esta guía fue creada por el personal de OFRF: José Pérez Orozco, Mary Hathaway, Thelma Vélez, Heather Estrada y Elizabeth Tobey.

Diseño gráfico por Brian Geier y Shawn Hatjes.

Agradecemos a April Thatcher, Jane Sooby y Catherine Greene por sus valiosas ideas.

GUÍA PARA AGRICULTORES: CÓMO REALIZAR INVESTIGACIÓN EN SU CAMPO

Este proyecto cuenta con el apoyo del Programa de Asociación para la Transición a la Producción Orgánica (TOPP, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

TOPP es un programa de la Iniciativa de Transición a la Producción Orgánica del USDA y es administrado por el Programa Nacional Orgánico (NOP) del Servicio de Comercialización Agrícola (AMS) del USDA.

United States Department of Agriculture
Agricultural Marketing Service
National Organic Program
Transition to Organic Partnership Program



La Fundación para la
Investigación de la
Agricultura Orgánica

ORGANIC
FARMING
RESEARCH
FOUNDATION

www.ofrf.org

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Pasos de una prueba en su campo	3
Paso 1: Identifique su pregunta de investigación e hipótesis	4
Tabla 1: Ejemplos para reformular sus preguntas	5
Tabla 2: Ejemplos de buenas preguntas de investigación y sus hipótesis	7
Paso 2: Identifique qué va a medir	9
Tabla 3: Ejemplos de posibles mediciones según lo que usted esté evaluando	9
Paso 3: Elija un diseño experimental	10
Paso 4: Elija su campo y marque la ubicación de sus parcelas	17
Paso 5: Establezca su prueba y recoja datos	21
Tabla 4: Ejemplos y recursos sobre estrategias de muestreo	22
Paso 6: Analice sus datos	25
Tabla 5: Datos de rendimiento por parcela	27
Paso 7: Saque conclusiones y comparta sus resultados	29
Apéndice 1 – Perfiles de agricultores-investigadores	31
Perfil 1: Galo's Grains	31
Tabla 6: Datos de rendimiento por acre	33
Perfil 2: Trisha's Green Thumb	34
Tabla 7: Datos de malezas (g/pie ²) a los 30 días	35
Tabla 8: Datos de malezas (g/pie ²) a los 60 días	36
Tabla 9: Biomasa total en toneladas por acre (peso seco)	36
Perfil 3: Brianda's Blooms	38
Tabla 10: Incidencia de enfermedades	39
Apéndice 2 – Ejemplos y fuentes de hojas de datos	41
Hoja de datos de muestra de rendimiento	41
Hoja de datos de muestra de biomasa	42
Hoja de datos de muestra de malezas	43
Hoja de datos de muestra sobre el establecimiento del cultivo	44
Apéndice 3 – Guía y recursos sobre análisis estadístico	45
Apéndice 4 – Ejemplos de pruebas dirigidos por agricultores	46
Apéndice 5 – Otros recursos sobre investigación en el campo	48
Referencias	49

INTRODUCCIÓN

Sobre OFRF

OFRF es una organización nacional sin fines de lucro fundada en 1990 para promover la agricultura orgánica a través de la investigación científica. La organización fomenta la mejora y adopción generalizada de sistemas de cultivo orgánicos mediante la promoción de la investigación, educación y las políticas federales relacionadas con la agricultura orgánica, con el fin de incorporar a más agricultores y tierras a la producción orgánica. Durante más de tres décadas, OFRF ha colaborado con concesión de tierras a universidades e investigadores orgánicos, otorgando más de \$3 millones en becas de investigación en todo Estados Unidos.

Una de las principales fortalezas de OFRF es adaptar información basada en la ciencia para aplicaciones prácticas y sostenibles en el campo. Proporcionar recursos educativos y técnicos gratuitos para apoyar a los agricultores orgánicos siempre ha sido fundamental para la misión de OFRF. La organización mantiene una base de datos de investigación extensa con cientos de artículos sobre agricultura orgánica, y ha publicado numerosas guías educativas, hojas informativas, videos instructivos y seminarios virtuales, todos disponibles para agricultores en transición hacia la producción orgánica y productores ya certificados.

Para quién es esta guía?

Como agricultor o ganadero orgánico, usted siempre está probando y experimentando nuevas ideas para mejorar sus prácticas agrícolas. Probablemente cada día tenga ideas que le gustaría poner a prueba en su finca o granja. Si usted incorpora algunos pasos científicos a sus experimentos, esto le permitirá obtener resultados más confiables.

Esta guía fue creada específicamente para usted, el agricultor o ganadero orgánico que tiene curiosidad por realizar algún tipo de prueba o experimento en su finca de una manera más estructurada. Ya sea que usted esté buscando reducir el uso de insumos externos, minimizar las enfermedades, probar nuevas variedades de cultivos o alimentos para animales, o evaluar nuevas técnicas de cultivos de cobertura o sensores de riego, esta guía práctica ha sido diseñada para asistirle en ese camino.

Si usted es un agricultor que está recibiendo apoyo financiero y técnico de parte de OFRF para llevar a cabo su investigación agrícola, el personal de OFRF le brindará este apoyo a lo largo de toda la prueba en su finca.

Los beneficios de hacer sus propios experimentos agrícolas

Los estudios de investigación han demostrado que los agricultores se benefician enormemente cuando realizan pruebas de investigación agrícolas en sus propias fincas. Hacer experimentos en su propia finca o granja le permitiría resolver esas preguntas específicas que sólo se aplican a su granja. Está demostrado que experimentos dirigidos por los propios productores lleva a la adopción e innovación de prácticas agrícolas sostenibles en todo el mundo (Wettasinha et al., 2014). Un estudio reciente sobre agricultores que participaron en el programa de investigación liderado por la Asociación de Agricultores Ecológicos de Ontario encontró que aquellos que aprendieron a realizar su propia investigación científica tenían más conocimientos, confianza, motivación e inspiración para adoptar y/o mejorar prácticas agrícolas ecológicas (Nelson et al., 2023, p. 2).

“Hacer pruebas en nuestras propias fincas es una forma poderosa para que los agricultores ganemos capacidad y apoyo para resolver nuestros desafíos más urgentes.”

~Agricultora April Thatcher
April Joy Farm, WA

Cómo usar esta guía

Esta guía le llevará paso a paso por siete etapas clave para realizar una prueba o investigación sencilla en su campo, desde la idea original que usted desea poner a prueba hasta la formulación de conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

En cada una de estas etapas, la guía le brindará información práctica, ejemplos de otros agricultores y ganaderos, ideas y recursos adicionales, así como la oportunidad de anotar sus propias ideas utilizando hojas de trabajo.

La sección de apéndices incluye recursos adicionales para profundizar en el diseño e implementación de la investigación, además de ejemplos de agricultores que muestran cada uno de los pasos del proceso de investigación.

Tiempo y recursos necesarios

Realizar un ensayo o experimento en la finca requiere de compromiso. Se necesita dedicación para establecer, mantener y completar con éxito su prueba agrícola. Una idea que suena prometedora cuando no tienes cultivos en el campo, puede parecer abrumadora en tiempos de cosecha. Por eso, es bueno pensar cuidadosamente en como las actividades de su prueba agrícola encajarán dentro del resto de trabajo de su finca.

El tiempo necesario para completar una prueba varía en función del tema de su prueba. Si se está centrando en la germinación de las semillas, su prueba puede durar solo semanas o unos meses y puede tomar todos sus datos al principio de su temporada de cultivo. Por otra parte, es posible que desee llevar a cabo una prueba de varios años en la que recoja datos a lo largo de varias temporadas, lo que probablemente creará demandas competitivas con sus actividades agrícolas normales.

Dicho esto, una prueba en el campo también le brinda la oportunidad de probar algo nuevo y sentirse seguro con los resultados. Sin duda, la experiencia que usted adquiera al realizar pruebas en su granja le ayudará a mejorar su operación agrícola a largo plazo.



RECORDATORIO SOBRE LA CERTIFICACIÓN ORGÁNICA

Si usted es un productor certificado como orgánico bajo el USDA y su prueba incluye el uso de un nuevo insumo, variedad o práctica agrícola, asegúrese de que cumpla con los estándares de certificación orgánica y con el plan de manejo que sigue actualmente. También es importante que notifique a su agencia certificadora sobre dichos cambios antes de iniciar su prueba.

PASOS DE UNA PRUEBA EN SU CAMPO

Esta guía le llevará a través de siete pasos para completar su prueba en el campo. Para una vista general de estos siete pasos y cómo se relacionan entre sí, vea la Figura 1.



Figura 1. Pasos de una prueba en el campo.

Para ver ejemplos de agricultores que han seguido los siete pasos de esta guía, consulte los Perfiles de Agricultores Investigadores en el **Apéndice 1**. Cada perfil de agricultor tiene un resumen de cada paso, desde la planificación de la prueba hasta la formulación de conclusiones.

“Hacer pruebas en mi propia granja me ha proporcionado la base para mejorar la salud del suelo a largo plazo. He eliminado varios insumos externos mientras perfecciono mis prácticas de cultivo de cobertura y rotación.”

~April Thatcher,
Agricultora, April Joy Farm, WA

Paso 1: Identifique su pregunta de investigación e hipótesis

Formular buenas preguntas e hipótesis de investigación es fundamental para todo el proceso de pruebas en el campo. Su pregunta e hipótesis son como sus declaraciones de visión y misión, toda acción que viene después debe ser guiada por estas, son como un buen mapa a seguir.

Antes de formular su pregunta e hipótesis, y en caso de que aún no lo haya hecho, dedique algo de tiempo a aprender sobre las investigaciones que se han realizado previamente en relación con su tema de interés. Esto podría ayudarle a ver si otra persona ya ha probado sus ideas en el campo, y también le puede ayudar a perfeccionar su propia pregunta de investigación. Consulte la sección **Fuentes de información** para ver una buena lista de recursos que puede explorar.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- **Sustainable Agriculture Research and Education (SARE).** Este sitio de un programa del USDA tiene cientos de publicaciones e informes de investigación en el campo realizadas por productores en todo el país. Ingrese sus palabras clave en su cuadro de búsqueda. La mayoría de recursos aquí están escritos en inglés, pero tiene ya muchas publicaciones en español que le pueden interesar.
- **ATTRA Publication Library.** Una buena recopilación de recursos para la agricultura sostenible y orgánica.
- **Organic Farming Research Foundation (OFRF).** Publicaciones, cursos en línea y una base de datos consultable de becas para [investigaciones orgánicas](#).
- **Practical Farmers of Iowa (PFI)** Gestiona el Programa de Cooperadores, una iniciativa de investigación dirigida por agricultores desde 1987. Vea ejemplos de protocolos e informes de investigación dirigida por agricultores en su base de [datos consultables](#).
- **Ecological Farmers Association of Ontario (EFAO)** Gestiona un programa de investigación dirigido por agricultores desde 2016. Su base de datos de la [Biblioteca de Investigación](#) contiene protocolos e informes de investigación dirigidos por agricultores.
- **e-Organic Extension** Cientos de recursos técnicos para la agricultura orgánica desarrollados por una coalición de programas de Extensión del USDA y estatales.
- Revistas especializadas como **Growing for Market** y **ACRES USA** pueden contener algunos artículos de investigación sobre agricultura orgánica.
- Consulte el sistema de extensión universitaria de su estado para obtener publicaciones relevantes sobre agricultura orgánica. Además, comuníquese con investigadores y agentes de extensión que tengan experiencia en agricultura orgánica en su región.

Identifique su pregunta de investigación

¿Qué idea o ideas ha tenido en el último año que realmente podría beneficiar su operación agrícola? Todas las granjas tienen aspectos que pueden mejorarse, y quizás haya uno o dos dificultades con los que usted ha estado lidiando desde hace tiempo y para los cuales realmente desea encontrar soluciones. Estos temas podrían estar relacionados con el rendimiento, el uso de insumos o el ahorro de agua, el manejo de enfermedades, malezas y/o plagas, la inocuidad de los alimentos, o cualquier otro aspecto que afecte su finca.

UNA BUENA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN DEBE:

- Ser clara y proporcionar información específica sobre lo que usted desea averiguar
- Estar bien enfocada en un tema específico y ser lo suficientemente delimitada como para poderla poner a prueba en un ensayo agrícola
- Ser precisa y a la vez compleja, para que no se responda simplemente con un “sí o no”
- Ser comprobable, es decir, que se pueda probar

Quizás tenga varias ideas que le gustaría explorar. Escríbalas todas y tómese un tiempo para reflexionar sobre ellas. ¿Cuál de estas ideas vale la pena analizar más a fondo? ¿Qué preguntas podrían responderse si realiza un experimento pequeño y sencillo en su granja? ¿Alguna de estas ideas le parece práctica y posible de llevar a cabo?

“Comprender cuál es la pregunta que usted está tratando de responder es importante... ese es el punto clave.” ~Agricultor Jeremy Barker-Plotkin, Simple Gifts Farm, Amherst, MA.

Busque a algunos colegas agricultores, un agente de extensión o alguien con experiencia que pueda escucharlo y conversar sobre sus ideas. Luego, priorice e identifique una o dos buenas preguntas de investigación. Las buenas preguntas de investigación son declaraciones claras, concisas y comprobables que guían y enfocan su investigación. No tenga miedo de pedir apoyo para refinar sus preguntas. Vea la Tabla 1 para algunos ejemplos de preguntas de investigación “no tan buenas”, consejos para mejorarlas y posibles preguntas revisadas. Consulte la Tabla 2 para ver ejemplos de buenas preguntas de investigación.

Tabla 1. Cómo llegar a una buena pregunta

Pregunta original	Comentarios/consejos	Pregunta revisada
¿Cuál es el mejor cultivo de cobertura que puedo usar, en qué cantidad y cuándo incorporarla al suelo?	Hay demasiadas preguntas en una sola. Debe ser más específica. Busque consejo de otros agricultores y agentes de extensión	¿Cuál es el mejor momento para incorporar el abono verde Cáñamo (también llamado Crotalaria) para maximizar la adición de nitrógeno al suelo?
¿Me ayudaría sembrar vegetación nativa para la supresión de plagas en berenjenas?	No es lo suficientemente específica. No está claro qué tipo ni cuánta vegetación nativa se va a introducir. “Supresión de plagas” es muy general; concéntrese en una o dos especies específicas.	¿Puedo aumentar las poblaciones de enemigos naturales de los trips al plantar hileras de flores silvestres nativas? ¿Y se traducirá esto en un mejor control de plagas en mi cultivo de berenjena?
¿Dónde puedo encontrar variedades de lechuga tolerantes al calor?	Esta no es una pregunta que pueda ser contestada con una prueba en la finca. Consulte a otros agricultores y agentes de extensión, y una vez que identifique variedades prometedoras, pruébelas en su propia granja.	Entre estas 5 variedades recomendadas, ¿Cuáles son las mejores variedades de lechuga tolerantes al calor que me permitan extender mi temporada durante el verano?

Identifique su hipótesis

Mientras que una pregunta de investigación es el enfoque que su estudio busca responder, una hipótesis es una afirmación que el estudio intenta probar o refutar. La hipótesis se deriva directamente de su pregunta de investigación, pero es más específica y comprobable —es decir, puede probarse como verdadera o falsa con cierto grado de certeza—. Tener una hipótesis le ayuda a enmarcar su prueba porque deja explícitamente claro qué está evaluando.

Ejemplo práctico, supongamos que usted quiere reducir el número de aplicaciones de fertilizante en el campo para disminuir la demanda de mano de obra sin afectar el rendimiento de su cultivo de pimientos. Usted se pregunta si podría aplicar la misma cantidad total de nitrógeno durante la temporada, pero en menos ocasiones.

Su pregunta de investigación podría ser:

¿Puedo reducir el número de aplicaciones de fertilizante nitrogenado en mi cultivo de pimientos de 4 veces por temporada a 3 veces sin reducir el rendimiento?

Sus hipótesis potenciales podrían ser:

- Reducir las aplicaciones de fertilizante de 4 a 3 veces en mi cultivo de pimientos de verano dará como resultado un mayor rendimiento.
- Reducir las aplicaciones de fertilizante de 4 a 3 veces en mi cultivo de pimientos de verano dará como resultado un rendimiento similar.
- Reducir las aplicaciones de fertilizante de 4 a 3 veces en mi cultivo de pimientos de verano dará como resultado un menor rendimiento.



En este ejemplo, tenemos tres hipótesis que nos ofrecen suficiente orientación para saber:

a) estamos comparando dos programas de fertilización diferentes (3 o 4 aplicaciones de fertilizantes, con la suma total de fertilizante aplicado permanece igual), b) lo que va a medir (rendimiento) para comparar estos dos programas de fertilización, y c) qué cree usted que será el resultado (rendimientos superiores, rendimientos similares o rendimientos inferiores).

Véase el cuadro 2 para ejemplos de preguntas e hipótesis.

Para algunas ideas e inspiración de investigación, véase el **Apéndice 4** para una lista de 30 pruebas en la granja dirigidas por agricultores y llevadas a cabo con la asistencia del Centro de Investigación y Educación Sostenible (SARE), Practical Farmers of Iowa (PFI) y la Ecological Farmers' Association of Ontario (EFAO).



USDA photo

Tabla 2. Ejemplos de buenas preguntas de investigación y sus hipótesis relacionadas

Preguntas de investigación	Hipótesis
¿Cuál es el mejor momento para incorporar mi cultivo de cobertura de cáñamo sunn (sunn hemp) para maximizar la adición de nitrógeno al suelo?	Incorporar el cultivo de cobertura cáñamo sunn a las 12 semanas de crecimiento proporciona la mayor adición de nitrógeno al suelo que puede absorber el próximo cultivo.
¿Los cultivos trampa minimizan el daño por chinches en mis tomates y pimientos? Si son efectivos, ¿cuánta supresión adicional de plagas proporcionan en comparación con mi manejo actual?	Al plantar una combinación de girasol y cultivos trampa de grano, la incidencia de plagas se reduce en mis cultivos de pimiento y tomate en comparación con mi manejo actual.
¿El mantillo con paja en mi ajo afecta la supervivencia en invierno, las tasas de crecimiento y/o el rendimiento?	El mantillo con paja reducirá la mortandad invernal. El mantillo con paja mejorará las tasas de crecimiento. El mantillo con paja aumentará el rendimiento del ajo.
¿Cómo afecta una aplicación previa a la siembra de estiércol compostado al rendimiento y/o contenido de proteína de mi trigo de primavera?	Una aplicación previa a la siembra de estiércol compostado aumentará el rendimiento y/o el contenido de proteína de mi trigo de primavera.
¿Cuál es la mejor fecha de siembra para lograr una cosecha temprana, alto rendimiento y calidad óptima en mi maíz dulce?	Las diferentes fechas de siembra darán lugar a diferencias en la fecha de cosecha, el rendimiento y/o la calidad del maíz dulce.

Hoja de trabajo para agricultores

Paso 1 - Identifique sus preguntas de investigación e hipótesis

Use el espacio a continuación para hacer una lluvia de ideas con 3 a 5 ideas o preguntas que le gustaría explorar para mejorar su operación agrícola. ¿Hay alguna enmienda, cultivo de cobertura u otra práctica que le gustaría probar en su granja? Vea la Tabla 2 para algunos ejemplos de buenas preguntas.

Idea/pregunta 1 _____

Idea/pregunta 2 _____

Idea/pregunta 3 _____

Idea/pregunta 4 _____

Idea/pregunta 5 _____

Tómese ahora unos minutos (o el tiempo que necesite) para reflexionar sobre estas ideas. Luego elija, entre las ideas anteriores, una o dos que considere más importantes para su operación y que puedan llevar a una prueba sencilla y viable en su propia granja. Recuerde que esta no tiene que ser su pregunta final. Tendrá tiempo para pensar en esto y muy posiblemente cambiar o ajustar sus ideas.

Idea(s) o pregunta(s) refinada(s):

Ahora, intentemos redactar su hipótesis. Recuerde que la hipótesis es más específica que la pregunta y expresa lo que usted cree que será el resultado de su prueba. Para algunos ejemplos de preguntas e hipótesis, vea la Tabla 2. La mayoría de las preguntas e hipótesis se ajustan con el tiempo, así que no sienta presión de tener todo resuelto desde el principio. Este espacio en la hoja de trabajo es solo para comenzar. Siempre podrá volver a esta sección y refinar su pregunta e hipótesis.

Paso 2: Identifique qué va a medir

Su pregunta e hipótesis le ayudarán a identificar qué necesita medir. Pregúntese: ¿qué necesito medir para poner a prueba mi hipótesis? En el ejemplo anterior, el agricultor necesitaría medir el rendimiento para comparar los dos calendarios de fertilización. Es común que ciertos tipos de pruebas en la granja requieran medir el rendimiento; sin embargo, es posible que usted necesite medir otros parámetros para probar su hipótesis. Por ejemplo, tal vez necesite medir la calidad y el tamaño de la fruta si está comparando variedades o tratamientos contra enfermedades. Tal vez necesite medir la temperatura del suelo, la materia orgánica o la humedad del suelo si está comparando sistemas de riego nuevos o coberturas vegetales. Otros datos que podría querer registrar son los niveles de azúcar en la fruta, el conteo de malezas, la altura de las plantas, el número de hojas, el conteo de plagas, etc.

Independientemente de lo que esté midiendo, asegúrese de que le ayude a probar su hipótesis y responder su pregunta. **Vea la Tabla 3** para algunos ejemplos de posibles mediciones según lo que esté evaluando.

Tome en cuenta el tiempo, la frecuencia y los recursos necesarios para realizar estas mediciones. Es muy importante pensar con anticipación en las herramientas o equipos que pueda necesitar, ya que podría tener que comprarlos o pedirlos prestados. Hay más orientación práctica sobre cómo recolectar datos en el Paso 5 más adelante, pero por ahora, lo esencial es identificar qué mediciones necesita para responder su pregunta y respaldar su hipótesis.

Tabla 3. Ejemplos de posibles mediciones según lo que usted esté evaluando.

Si usted está evaluando:	Posibles mediciones según el tipo de prueba (resaltadas en verde)														
	Rendimiento	Calidad del producto	Tamaño del producto	Incidencia de enfermedades	Poblaciones de plagas	Costo	Conteo/peso de malezas	Tasa de germinación	Ahorro de agua	Materia orgánica del suelo	Nutrientes del suelo	Biomasa	Humedad del suelo	Temperatura del suelo	Longitud o peso del tallo/raíz
Tratamientos contra plagas															
Tratamientos contra enfermedades															
Fertilizantes/enmiendas del suelo															
Supresión de malezas															
Poda															
Variedades															
Siembra / germinación															
Sistemas de riego															
Cultivos de cobertura															

Hoja de trabajo - Su turno!

Paso 2 – Identifique lo que va a medir

Revise las preguntas e hipótesis que usted escribió en el Paso 1. En su opinión, ¿qué necesita medir para poder poner a prueba su hipótesis? ¿Qué mediciones son necesarias para saber qué tratamiento es mejor para su finca? Los datos de rendimiento suelen medirse con frecuencia, pero también podría ser útil medir otros parámetros, siempre y cuando le ayuden a responder su pregunta e hipótesis. Recuerde que tomar estas mediciones requerirá tiempo y recursos.

Este ejercicio le servirá como punto de partida para pensar en las medidas para su prueba agrícola. Recuerda también que con el tiempo usted cambiará y mejorará estas ideas.

Use el espacio a continuación para hacer una lluvia o lista de ideas sobre posibles mediciones para su prueba.

Medición posible 1

Medición posible 2

Otras mediciones

Paso 3: Elija un diseño experimental

Basándose en la orientación que le dan su pregunta e hipótesis, usted deberá elegir entre algunos diseños experimentales sencillos para implementar su prueba en la finca. Un diseño experimental le brinda una guía sobre cómo organizar su prueba agrícola, según lo que esté comparando, con el objetivo de minimizar la variación y el sesgo. Utilizar un diseño experimental hará que su prueba en la granja sea más estructurada y que sus resultados sean más confiables.

Los tres tipos de diseños más comunes utilizados en pruebas agrícolas en campo son:

a) Comparación por pares: cuando usted solo necesita comparar una práctica diferente en su granja con lo que normalmente hace (control). En este diseño, solo se comparan dos tratamientos: su control (lo que normalmente hace) y el nuevo tratamiento que desea probar. Ejemplos: dos variedades, dos fertilizantes, dos pesticidas, dos estrategias de manejo de plagas o dos tipos de riego, etc.

b) Comparación de 3 o más tratamientos (comúnmente conocida como Diseño de Bloques Completos al Azar): Es muy similar a la comparación por pares, excepto que usted tiene más de 2 tratamientos. Está comparando 3 o más tratamientos, y uno de ellos es su control.

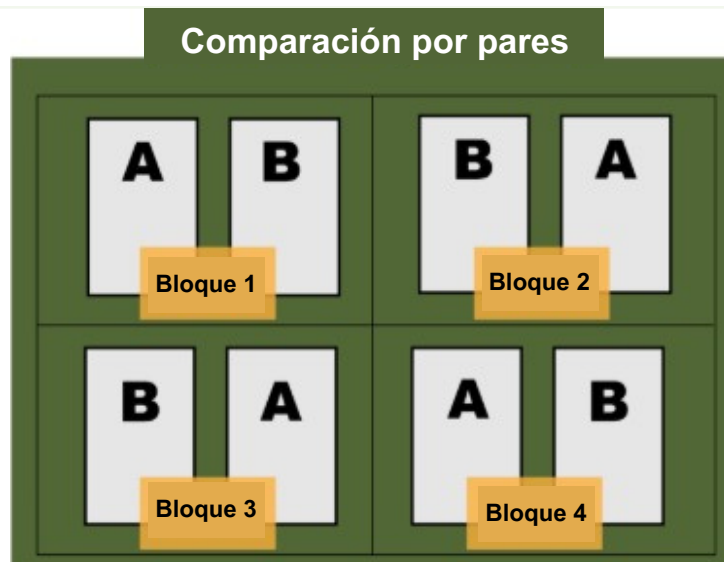
c) Parcelas divididas (Split Plot en inglés): Este diseño es más complejo y se utiliza cuando usted desea comparar dos factores distintos en su granja, como por ejemplo dos nuevas variedades de zanahorias (primer nivel de tratamientos) con tres tipos de fertilizantes (segundo nivel de tratamientos). En lugar de realizar dos pruebas por separado —una para probar las variedades de zanahoria y otra para probar los fertilizantes—, usted las combina para observar cómo interactúan. Por ejemplo, es posible que una de las variedades de zanahorias responda mejor a uno de los tres tipos de fertilizante utilizados.

Otro ejemplo podría ser que usted quiera probar el injerto de tomates (primer nivel de tratamientos) junto con tres nuevas variedades de tomate (segundo nivel de tratamientos), con el fin de reducir enfermedades y mejorar el rendimiento y el sabor. Este tipo de diseño requerirá un espacio considerable para que usted pueda establecer suficientes repeticiones por cada tratamiento.

Consulte la **Figura 2** para ver una representación gráfica de estos tres tipos de diseños experimentales.



USDA photo by Lance Cheung.



Comparación por pares:

Comparación de los fertilizantes A y B en 4 bloques.



Comparación de 3 o más tratamientos:

Comparación de 3 fertilizantes, A, B y C, en 6 bloques.

Diseño de parcelas divididas (Split Plot):

Comparación de 3 fertilizantes, A, B y C, junto con el uso de mantillo (mulch) y un control sin mantillo, en 4 bloques. Con mantillo y sin mantillo se usan como parcelas principales, mientras que los tratamientos con fertilizantes son las subparcelas.

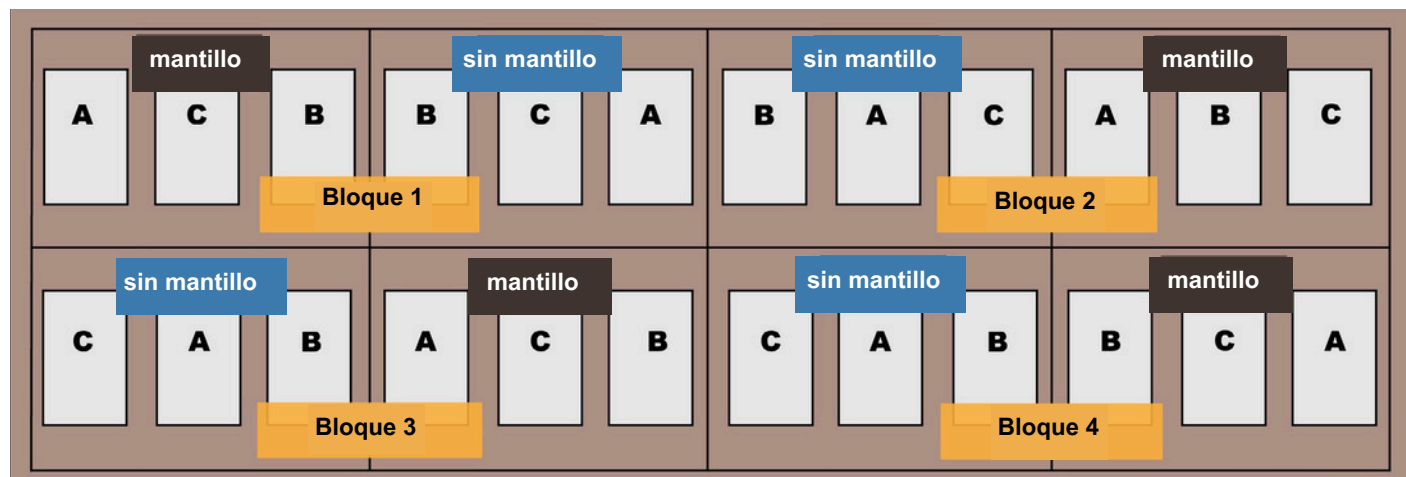


Figura 2. Comparación de los tres diseños experimentales más comunes.

Elementos del diseño experimental

A continuación se presentan las definiciones de algunos elementos clave del diseño experimental. Consulte la Figura 3 para una representación gráfica de estos conceptos.

a) Tratamiento es el nombre de la práctica agrícola que usted está comparando. Por ejemplo, si está comparando un mantillo de cultivos de cobertura con mantillo de plástico para el control de malezas, tiene dos tratamientos: Tratamiento A: mantillo de plástico, Tratamiento B: mantillo de cultivos de cobertura.

b) Control es el tratamiento que actualmente usa en su granja y el que está comparando con una nueva forma de hacerlo. En el ejemplo anterior, si usted usa de manera rutinaria mantillo de plástico, ese es su control. Tratamiento A (Control): mantillo de plástico, Tratamiento B: mantillo de cultivos de cobertura. Para saber si el mantillo de cultivos de cobertura es mejor, igual, o peor que el mantillo de plástico para el control de malezas, debe incluir su control en la prueba.

c) Parcela es el área más pequeña de la prueba agrícola que contiene uno de sus tratamientos. Por ejemplo, el Tratamiento A se asigna a una parcela, mientras que el Tratamiento B se asigna a otra parcela.

d) Replicación es el número de repeticiones o veces que usted va a comparar sus tratamientos. Se recomienda tener un mínimo de 4 repeticiones. Tener 6 o más repeticiones es ideal. Cuantas más repeticiones tenga, más éxito tendrá al minimizar la variación y el sesgo en su prueba. Esto generalmente se logra organizando sus tratamientos en bloques o grupos.

e) Aleatorización se usa para minimizar la variación dentro de una replicación o bloque, de modo que los tratamientos no siempre se coloquen en el mismo orden. Esto permite que la variación existente afecte a todos los tratamientos de manera más equitativa.

Los tres diseños experimentales recomendados aquí se clasifican como diseños experimentales por bloques debido al uso de bloques. Siguiendo el ejemplo de mantillo arriba, el agricultor tuvo 6 repeticiones o bloques. Cada bloque tiene tanto el Tratamiento A como el Tratamiento B. Así que en total, tenemos 6 parcelas del Tratamiento A y 6 parcelas del Tratamiento B. Consulte la **Figura 3** para una representación de todos estos elementos.

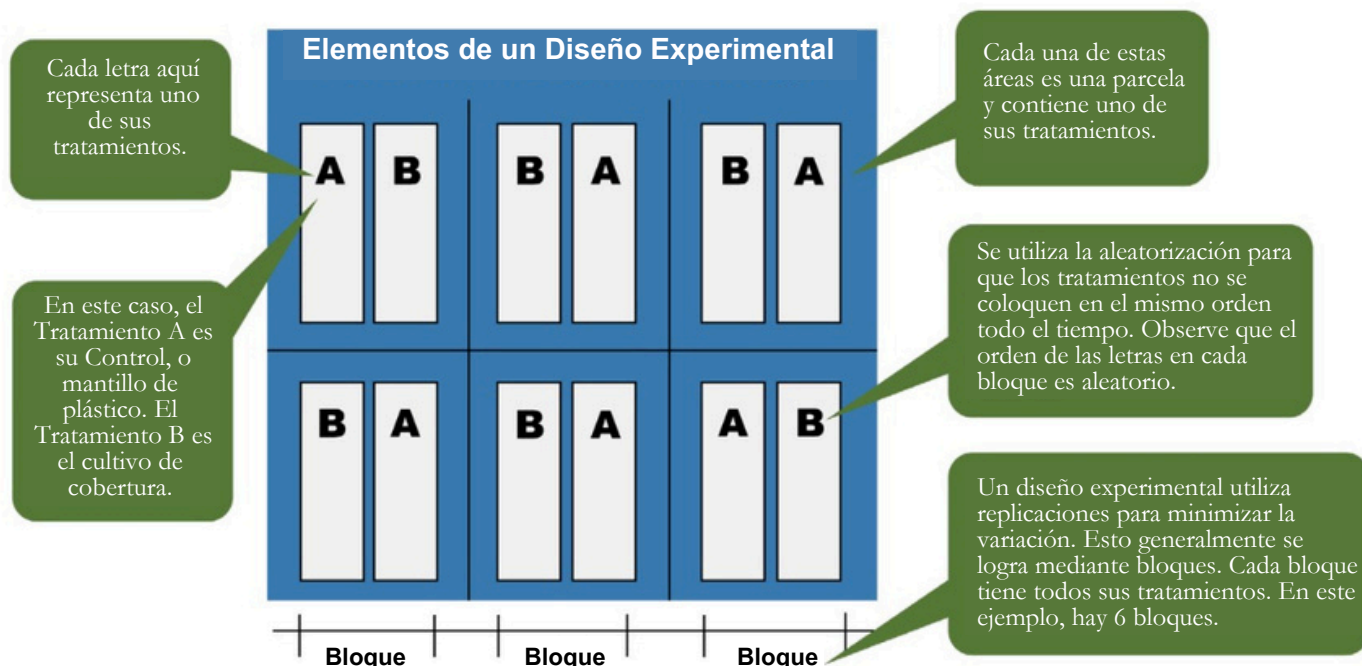


Figura 3. Elementos de un diseño experimental

¡CUIDADO CON EL SESGO!

El sesgo es la tendencia humana no intencional de favorecer un tratamiento sobre otro. En este caso, usted podría estar favoreciendo inconscientemente un tratamiento, y por eso podría decidir, sin darse cuenta, colocar ese tratamiento en el terreno más fértil. Sus resultados podrían reflejar esta diferencia en la fertilidad del suelo, en lugar de una diferencia real entre tratamientos.



Photo by PavloBaliukh on Istock.

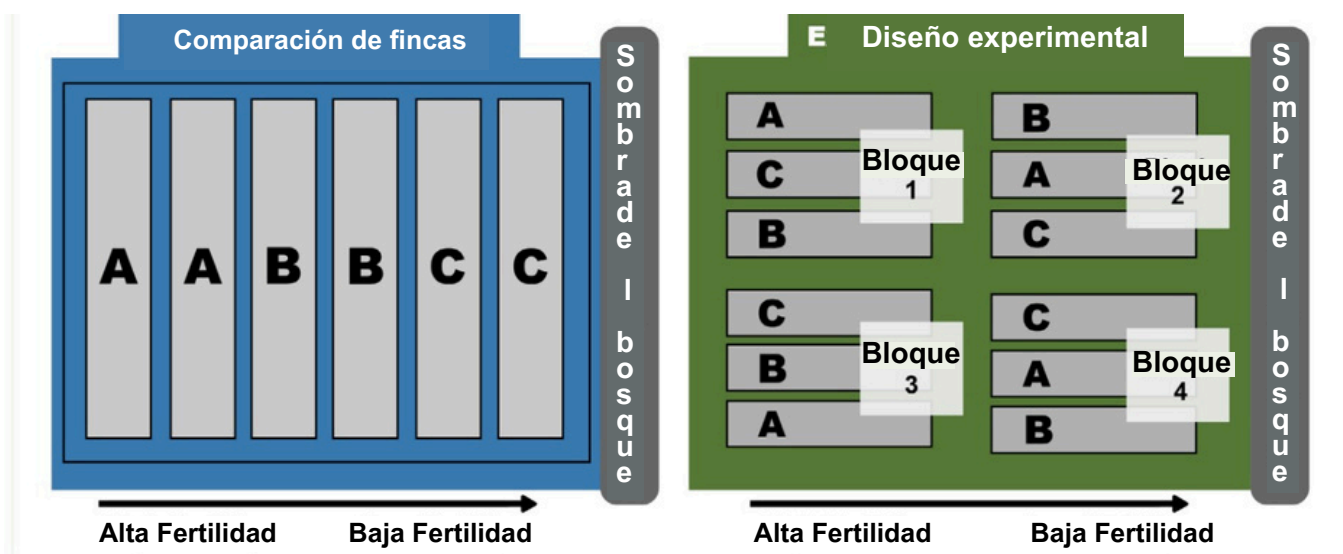


Figura 4. Ventajas de utilizar principios de diseño experimental en pruebas agrícolas
 Comparación entre una prueba agrícola típica y una prueba agrícola que utiliza un diseño experimental. Al utilizar aleatorización y bloques o replicaciones, el diseño experimental minimiza fuentes de variación como la variación de fertilidad del suelo y la sombra del bosque en el lado este. En este caso, la comparación agrícola típica favorecería el tratamiento A debido a la mayor fertilidad en ese lado del campo, y desfavorecería el tratamiento C debido a la sombra. En el diseño experimental, estos dos factores (variación en la fertilidad del suelo y sombra) afectan a los tres tratamientos de manera más equitativa.

Cómo manejar la variación

La variación es la diferencia de condiciones que ocurren de forma natural dentro de su finca. Es decir, las condiciones cambian de manera natural dependiendo de la parte del campo donde se encuentre. Por ejemplo, en su campo de cultivo podrían haber diferencias en pendiente, humedad, textura y fertilidad que pueden afectar los resultados de su prueba. Otras fuentes de variación incluyen el historial del campo (cultivos y manejo en el pasado), campos cercanos, sombra, etc. Su objetivo como agricultor-investigador es tratar de minimizar estas fuentes de variación para que afecten por igual a todos sus tratamientos.

Por ejemplo, supongamos que usted está probando 2 variedades nuevas de col rizada (kale) además de la que ya cultiva actualmente. En total, tiene 3 variedades en su prueba, o 3 tratamientos. Sin embargo, el campo que tiene disponible para esta prueba es conocido por tener un gradiente de fertilidad (aumento o disminución de la fertilidad de un lado a otro) y algo de sombra del bosque cercano. Al seguir un diseño experimental con replicaciones y aleatorización en cada bloque, usted minimiza la posibilidad de favorecer alguna de las 3 variedades. Le da a las 3 variedades las mismas oportunidades de mostrar qué tan bien pueden crecer.

Consulte la **Figura 4** para ver una comparación entre una prueba agrícola que usa un diseño experimental y una que no lo usa. Esta comparación está basada en el ejemplo de la col rizada mencionada arriba.

Para ejemplos de agricultores que han seguido los siete pasos de esta guía, consulte los 3 Perfiles de Agricultores que se encuentran en el **Apéndice 1**. Cada perfil de agricultor incluye un resumen de cada paso, desde la planificación de la prueba hasta la obtención de conclusiones.



Photo from NRCS Oregon

Hoja de trabajo - Su turno!

Paso 3 – Elija un diseño experimental

Recuerde que el diseño experimental se elige en función de la cantidad de tratamientos que usted tiene y si está probando más de una práctica en su granja. Consulte la Figura 3 para una representación gráfica de estos tres diseños.

- **Comparación por pares:** Comparación de 2 tratamientos de una misma práctica. Ejemplos: 2 fertilizantes, 2 variedades, 2 tipos de acolchado.
- **Comparación de 3 o más tratamientos:** Similar a la comparación por pares, excepto que incluye 3 o más tratamientos.
- **Parcelas divididas (split plot):** En este caso, usted está probando dos cosas diferentes en su granja. Por ejemplo, puede que desee probar 2 fertilizantes y 3 variedades al mismo tiempo.

Es hora de elegir un diseño experimental para su prueba. Dado el número de tratamientos que tiene y lo que está comparando, ¿Cuál es el diseño más adecuado para su prueba? Escriba sus diferentes tratamientos:

Recuerde pedir ayuda a un agente de extensión local, una organización agrícola sin fines de lucro o un investigador.

Paso 4: Elija el campo a usar y marque la ubicación de sus parcelas

Elegir un campo para su prueba es un paso importante. Por ejemplo, el campo que elija debe ser fácilmente accesible o estar en una ubicación que visite con frecuencia, para que pueda monitorearlo durante toda la temporada. Otro factor crítico es la variación natural que se encuentra dentro de su campo. Recuerde que las diferencias en aspectos como la pendiente del suelo, textura, humedad, fertilidad o el historial del campo afectarán los resultados de su prueba.

Por todo esto, intente seleccionar un campo que sea lo más uniforme posible para minimizar la variación. Al mismo tiempo, preste atención a cualquier factor externo que pueda influir en su prueba, como el campo de su vecino, los vientos predominantes, las migraciones típicas de insectos o un parche de bosque cercano, etc. Dependiendo del tipo de prueba que tenga, es posible que necesite usar zonas de amortiguamiento alrededor y dentro de su prueba, especialmente donde podría ocurrir deriva o escorrentía de pesticidas o insumos.

Utilizar un diseño experimental con replicaciones y aleatorización le ayudará a minimizar cualquier variación en el campo. Como agricultor, usted tiene un conocimiento íntimo de sus campos y posiblemente pueda señalar las ventajas y desventajas de cada terreno o campo. Utilice este conocimiento al decidir qué campo usar para su prueba y cómo distribuir sus tratamientos para minimizar la variación. Por ejemplo, si tiene un campo donde la fertilidad va de baja a alta, asegúrese de que sus bloques caigan a lo largo de esta pendiente. Consulte la Figura 5 para más ejemplos.

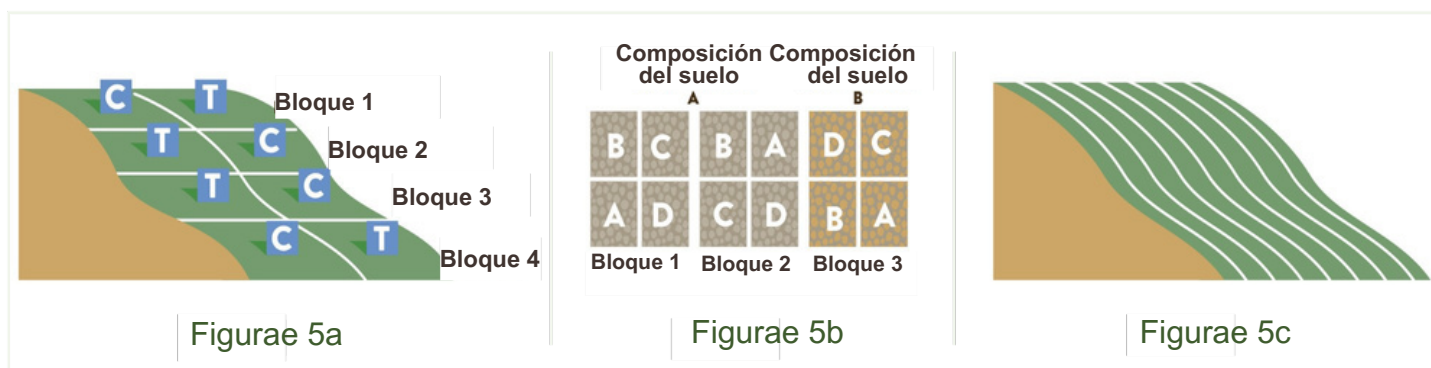


Figura 5. Abordando la variabilidad del campo con bloques

La investigación agrícola generalmente debe usar bloques para manejar la variabilidad del campo. Si su campo tiene una pendiente conocida, como pendiente de fertilidad o humedad, es mejor colocar los bloques de manera que las condiciones sean lo más uniformes posibles dentro de cada bloque.

- Figura 5a: En una pendiente, por ejemplo, cada bloque completo debe ocupar aproximadamente la misma elevación. Los tratamientos se aleatorizan y se distribuyen a lo largo de la pendiente dentro de cada bloque.
- Figura 5b: Coloque los bloques completos dentro de diferentes tipos de suelo.
- Figura 5c: Si no se pueden usar bloques para manejar la variabilidad, entonces cada tratamiento debe extenderse a lo largo de toda la pendiente o a lo largo de todo el campo.

Créditos de la figura: Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). Usada con permiso.

Dibuje su mapa

Una vez que haya decidido qué campo utilizará para su prueba y su diseño experimental, estará listo para dibujar el mapa de su parcela en papel. Dado el número de tratamientos que tiene y el número de réplicas (mínimo 4), decida qué tan grandes serán sus parcelas y todo la prueba. El tamaño de una prueba en la granja varía y puede determinarse utilizando criterios prácticos, como la longitud del campo y el ancho del paso de su tractor. Idealmente, debería utilizar las mismas dimensiones de camas y campo que generalmente usa en su granja, empleando los mismos implementos. Decida el tamaño de sus parcelas y comience a dibujar un mapa de parcelas, comenzando con el dibujo de cada bloque, que contendrá todos sus tratamientos.

IDEAS PARA LA ALEATORIZACIÓN

- Si solo tiene dos tratamientos, puede lanzar una moneda.
- Si tiene entre 3 y 6 tratamientos, tire un dado, asignando cada tratamiento a un número del dado.
- Utilice una calculadora o generador de números aleatorios en línea. Usted escribe qué letra o números desea seleccionar y la calculadora proporciona una letra o número aleatorio cada vez que lo necesite.

Cuando dibuje cada una de sus parcelas en papel y en su campo, deben ser colocadas de forma aleatoria en lugar de en cierto orden. Esto se puede hacer fácilmente sacando papeles de un sombrero. Por ejemplo, si tiene 3 tratamientos: A, B y C; escriba cada una de estas letras en pequeños pedazos de papel y dóblelos. Luego, colóquelos dentro de un sombrero y sáquelos uno a la vez. Esto asegura que se colocarán aleatoriamente para cada uno de sus bloques. Así que el bloque 1 podría verse así: C, A y B. El bloque 2 podría verse así: B, C, A; el bloque 3 podría verse así: A, C, B, y así sucesivamente. Consulte **Ideas para la aleatorización**.

Al dibujar el mapa de las parcelas de su prueba, asegúrese de asignar e identificar claramente todos sus tratamientos y repeticiones, así como todas las mediciones. Asegúrese de especificar qué representa cada letra de sus tratamientos y cualquier otro detalle que pueda necesitar más adelante, como fechas importantes para la recolección de datos o las tasas de aplicación por tratamiento.

Haga copias de este mapa para futuras consultas y guarde al menos una copia en un lugar seguro. Vea la **Figura 6** para un ejemplo de un mapa.

Recuerde que sus cultivos crecerán y pueden cubrir las banderas y etiquetas que colocó antes de la siembra. Guarde una copia de su mapa—con todos sus tratamientos y parcelas claramente identificados—en un lugar seguro para futuras consultas.



Figura 6. Ejemplo de mapa de parcelas experimentales en el Campo 2. El experimento que se muestra aquí compara tres tratamientos (A, B y C) y los tratamientos se repiten en 6 bloques.

Marque sus parcelas

A continuación, es el momento de marcar sus parcelas en el campo según el mapa que ha creado. Usando una cinta métrica, identifique y marque cuidadosamente dónde se ubicará cada parcela y repetición. Puede necesitar al menos dos personas para hacer esto. Use banderas de riego o estacas altas y etiquetas resistentes a la intemperie para marcar claramente e identificar cada repetición y cada tratamiento.

Recuerde que sus cultivos crecerán y pueden cubrir las banderas y etiquetas que coloque antes de sembrar. Entrene a todo su personal sobre lo que está experimentando en su campo y sobre la importancia de tener cuidado alrededor de las parcelas de prueba, especialmente cuando se utilice maquinaria pesada que pueda derribar las banderas y signos colocados. Monitoree la prueba de manera regular y programada para asegurarse de que todas sus banderas y etiquetas permanezcan en su lugar.

Recuerde que sus cultivos crecerán y pueden cubrir las banderas y etiquetas que colocó antes de la siembra.

Guarde una copia de su mapa de parcelas —con todos sus tratamientos y parcelas claramente identificados— en un lugar seguro para futura referencia.

Hoja de trabajo - Su turno!

Paso 4 – Elija el campo a usar y marque la ubicación de sus parcelas

Piense en el mejor campo posible para colocar su prueba. Recuerde que debe ser lo más uniforme posible y tenga en cuenta cualquier fuente de variación dentro y fuera del campo. Con base en el área de terreno y el equipo que tiene disponibles, piense en el tamaño de sus parcelas y de todo la prueba. Considere el número posible de repeticiones (mínimo 4, idealmente 6. Cuantas más repeticiones, mejor, pero también implica más trabajo). A continuación, dibuje su campo y las áreas circundantes, indicando cualquier fuente de variación (fertilidad, tipo de suelo, pendiente, humedad, etc.). También puede imprimir un mapa satelital de su finca desde Google y comenzar su mapa de parcelas allí. Luego dibuje la ubicación potencial de cada bloque o repetición de su prueba. Para ejemplos de estos, consulte la **Figura 6**.

Además de su mapa, es momento de identificar sus tratamientos utilizando letras o números.

Tratamiento A _____	Tratamiento B _____
Tratamiento C _____	Tratamiento D _____
Tratamiento E _____	Tratamiento F _____

Luego, utilice una de las ideas de aleatorización para comenzar a etiquetar cada una de sus parcelas por bloque. Recuerde que siempre puede cambiar o ajustar estas ideas según sea necesario.

Paso 5: Establezca su prueba y recopile datos

Es momento de comenzar su prueba en el campo. Recuerde que todas las actividades agrícolas deben mantenerse exactamente iguales para todos sus tratamientos, excepto por una o dos cosas que esté probando. En el Paso 2, usted identificó qué iba a medir para responder su hipótesis y su pregunta. Ahora es momento de tomar decisiones sobre cómo realizará esas mediciones.

Dependiendo de su experimento, puede que necesite recopilar datos de su prueba varias veces durante la temporada. Por ejemplo, si está interesado en la presencia de malezas, plagas o enfermedades, será importante monitorear el campo a lo largo del tiempo y recopilar datos 2 o 3 veces antes de la cosecha. Se recomienda crear un calendario para su prueba en el que lleve un registro de las fechas importantes. Por ejemplo, si está evaluando tasas de aplicación de insumos, es importante detallar claramente fechas, tratamientos y tasas de aplicación. De esta manera, no tendrá que recordar lo que debe hacer con cada tratamiento, ya que lo habrá planificado y especificado con anticipación.

Recuerde tener un plan de recolección de datos antes de comenzar su prueba en el campo. Esto le ayudará a asegurarse de contar con todo el equipo y las herramientas que necesita al momento de comenzar a recopilar datos.

Los datos de rendimiento comúnmente se recopilan en los pruebas en granja midiendo los totales de la cosecha. Además del rendimiento, o en lugar de este, usted puede estar interesado en otras características, como la tasa de germinación, calidad y sabor del fruto, presión de malezas o mejoras en el suelo, entre otros. Para realizar estas mediciones, tome decisiones sobre qué herramientas, equipos y procedimientos estándar utilizará. Es decir, debe elaborar un plan sobre cómo tomará estas mediciones. Puede que necesite pedir prestadas algunas herramientas o equipos a su agente de extensión local o a un investigador para recopilar sus datos. Consulte algunos consejos, recomendaciones y recursos para la recolección de datos en la **Tabla 4**.



Photo by deyangeorgiev on Istock.

Recolección de datos

Generalmente, no es práctico medir toda la parcela; tomar muestras de algunas secciones será suficiente. Por ejemplo, puede recolectar muestras de suelo en un patrón en zigzag o colocar un aro de muestreo aleatoriamente en su parcela y contar las malezas dentro del marco. Incluso para los datos de rendimiento, puede cosechar solo algunas muestras, lo que se puede hacer manualmente si es difícil obtener un área exacta con maquinaria.

Asegúrese de documentar el área cosechada para calcular libras por acre. Si su prueba puede verse influenciada por factores como deriva o escorrentía en los bordes del campo, realice el muestreo en las hileras centrales. También etiquete las bolsas o recipientes para muestras con repetición y tratamiento para evitar errores. Consulte ejemplos de estrategias de muestreo en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Ejemplos y recursos para estrategias de muestreo

<p>Establecimiento de la siembra: Cuente el número de plántulas emergidas en varias hileras o utilice un marco de muestreo cuadrado. Para pruebas de germinación fuera del campo, consulte esta guía de pruebas de Southern Exposure Seed Exchange.</p>
<p>Propiedades del suelo: Muestre el suelo aleatoriamente en sus camas en un patrón en zigzag. El objetivo es obtener una muestra representativa de las condiciones que desea medir. Siga las recomendaciones de su laboratorio local de suelos, ya que algunas pruebas requieren más suelo que otras. La prueba de suelo Haney es recomendada para estimar los alimentos disponibles para la comunidad biológica del suelo. Consulte esta publicación de NCAT/ATTRA para obtener más información sobre pruebas y laboratorios para medir la salud del suelo.</p>
<p>Mida el rendimiento cosechando en un área cuidadosamente medida. En algunos casos, los agricultores que normalmente cosechan de forma mecánica pueden necesitar considerar cosechar manualmente las áreas de tratamiento medidas. Asegúrese de que la balanza que use mida en unidades de peso que le sean útiles. Siempre se pueden hacer conversiones para que sus mediciones tengan más sentido; por ejemplo, de libras por parcela a bushels por acre.</p>
<p>Mida la biomasa colocando un marco de muestra o un aro de hula hula al azar en sus camas. Luego, corte todos los cultivos de cobertura o forrajes que crecen en el área a nivel del suelo y colóquelos en una bolsa de tela etiquetada para pesarlos. Para ver un ejemplo de muestreo de biomasa y cálculo de peso seco, consulte este video y publicación de la Extensión Universitaria de Georgia. Otro ejemplo es esta guía para muestreo de biomasa del USDA-NRCS.</p>
<p>Mida la supresión de malezas contando las malezas dentro de un marco de muestreo o un aro colocado al azar en sus camas una o dos veces por temporada. También puede cortar las malezas al nivel del suelo y colocarlas en una bolsa de papel para medir el peso fresco. Si corta las malezas, asegúrese de marcar ese lugar para no tomar una muestra en el mismo sitio dos veces. Calcule el peso seco usando el método del microondas incluido en esta publicación de la Universidad de Georgia.</p>
<p>Mida la presencia de plagas o enfermedades tomando muestras del número de plagas en sus camas mediante trampas o mediante observación visual de plantas seleccionadas al azar. También puede usar un marco para tomar muestras de varias plantas dentro del área delimitada. Esto debe hacerse al menos dos veces durante la temporada. Vea este video de Penn State para conocer técnicas de monitoreo de plagas y enfermedades, las cuales pueden utilizarse para el muestreo. También puede ver otro video sobre monitoreo en cultivos de hortalizas creado por eOrganic. Para obtener información más detallada sobre el muestreo de enfermedades, vea esta clase en video de Alison Robertson, de la Universidad Estatal de Iowa.</p>
<p>Mida la calidad de fruta pesándola, midiendo el diámetro, la presencia de enfermedades y plagas, o enviándola a un laboratorio para analizar el contenido de azúcar, el contenido de materia seca, la firmeza, el color y la acidez. También puede utilizar un refractómetro de brix de mano y relativamente económico para medir el contenido de azúcar.</p>
<p>Mida el sabor realizando una prueba a ciegas para evaluar el tamaño, la forma, el color, el sabor, el aroma, la textura y la calidad general. Para más información sobre cómo realizar pruebas de sabor con consumidores y un buen ejemplo de hojas de datos para evaluación de sabor, consulte Guía del agricultor para realizar ensayos de variedades en la granja.</p>



USDA photo by Peggy Greb.

Hojas de datos

Es importante recopilar los datos de investigación utilizando plantillas de hojas de datos para minimizar el riesgo de errores en la entrada de datos. Asegúrese de recopilar los datos por parcela; no agrupe los datos o el rendimiento de todas las parcelas de un tratamiento para calcular su promedio. Consulte el **Apéndice 2** para algunas hojas de datos recomendadas y otras fuentes de hojas de datos que puede utilizar. Siempre que sea posible, pida ayuda al recopilar y registrar los datos, ya que es fácil cometer errores en estas tareas. Finalmente, guarde sus hojas de datos en un lugar seguro y tome fotos de ellas como respaldo.

Observaciones de campo

Asegúrese de escribir observaciones sobre su prueba a lo largo de la temporada. Esto debe incluir observaciones sobre el clima, plagas, enfermedades, crecimiento de los cultivos y cualquier otra observación que considere interesante. Estas notas pueden ser muy útiles cuando llegue el momento de interpretar los resultados de su prueba. Además, tome fotos de su prueba en la granja con la mayor frecuencia posible, especialmente si puede observar diferencias fácilmente entre los tratamientos.

Hoja de trabajo del agricultor

Paso 5: Elabore su plan de recolección de datos

Revise lo que escribió en el Paso 2 y explore cómo llevará a cabo las mediciones que identificó utilizando las siguientes preguntas. Está bien si no tiene todos los detalles de su plan de recolección de datos en este momento. Estas preguntas son solo para ayudarlo a empezar. Siempre puede volver a estas preguntas más adelante cuando esté listo para tomar decisiones sobre su prueba. Recuerde que necesitará usar una plantilla de hoja de datos para ingresar sus datos. Consulte los ejemplos de hojas de datos en el **Apéndice 2**.

Medición 1 _____

Explique cómo medirá esto, ¿cuáles son los pasos?

Enumere lo que necesitará para medirlo (personas, herramientas, bolsas, equipo, tiempo):

¿Cuántas veces y cuándo recolectará estos datos? _____

¿Qué procedimiento utilizará para tomar muestras de forma aleatoria?

Si es necesario, ¿a quién puede contactar para ayudarlo a desarrollar el procedimiento de muestreo? _____

Medición 2 _____

Explique cómo medirá esto, ¿cuáles son los pasos?

Enumere lo que necesitará para medirlo (personas, herramientas, bolsas, equipo, tiempo):

¿Cuántas veces y cuándo recolectará estos datos? _____

¿Qué procedimiento utilizará para tomar muestras de forma aleatoria?

Si es necesario, ¿a quién puede contactar para ayudarlo a desarrollar el procedimiento de muestreo? _____

Medición 3 _____

Explique cómo medirá esto, ¿cuáles son los pasos?

Enumere lo que necesitará para medirlo (personas, herramientas, bolsas, equipo, tiempo):

¿Cuántas veces y cuándo recolectará estos datos? _____

¿Qué procedimiento utilizará para tomar muestras de forma aleatoria?

Si es necesario, ¿a quién puede contactar para ayudarlo a desarrollar el procedimiento de muestreo? _____

Paso 6: Analice sus datos

Ha realizado todo este trabajo y ha recopilado datos de su prueba. Es hora de usar estadísticas para ayudarle a interpretar sus resultados. En lugar de simplemente usar un promedio y sacar conclusiones de cualquier diferencia, las pruebas estadísticas nos ayudan a tener más certeza que la diferencia que vemos es verdadera diferencia entre tratamientos, en lugar de ser causada por el azar o cualquier otro factor externo.

Antes de realizar su prueba estadística, debe asegurarse de que sus datos sigan una distribución normal. Si usted toma una muestra del peso de 100 plantas de trigo en su campo, es muy probable que algunas tengan valores bajos, otras valores altos, y la mayoría se encuentren en un rango intermedio. Eso sería una distribución normal, a menudo llamada curva de campana o distribución en forma de campana. Antes de ejecutar un análisis estadístico, se utilizan "pruebas de normalidad" para asegurarse de que sus datos sigan una distribución normal. Las pruebas estadísticas recomendadas en esta guía son adecuadas para datos que siguen una distribución normal. Si ese no es el caso, y sus datos no siguen una distribución normal, entonces deberá recurrir a otras pruebas estadísticas llamadas no paramétricas, las cuales no se abordan aquí, pero puede encontrar más información en el Apéndice 3.

Las pruebas estadísticas recomendadas aquí utilizan un valor llamado "Niveles de Confianza", que ayudan a determinar si una diferencia entre tratamientos es válida o no. Los niveles de confianza del 90% o 95% son comunes. Usted puede elegir el nivel de confianza que desee, pero la mayoría de los pruebas agrícolas utilizan un 95%. Un nivel de confianza del 95% significa que todavía hay un 5% de posibilidad de que nuestros resultados sean incorrectos, pero puede estar un 95% seguro de sus resultados. En ciencia, no se puede estar 100% seguro de nada, pero al tener un nivel de confianza del 95%, puede considerar sus resultados como confiables.

La prueba estadística que elija para su prueba depende directamente del diseño experimental que haya utilizado.

- Para una **Comparación en pares**, utilice una prueba T.
- Al **comparar 3 o más tratamientos**, utilice una prueba de Anova.
- Para un **diseño de Parcelas Divididas**, utilice un tipo avanzado de prueba de Anova.

Las tres pruebas hacen cálculos similares con sus datos. No entraremos en los detalles de cómo funcionan estas pruebas aquí; para más información sobre estas pruebas estadísticas y cómo funcionan, consulte el **Apéndice 3**.

No se preocupe si se siente abrumado por esta sección, existen herramientas en línea gratuitas que realizarán el análisis estadístico por usted. Solo tendrá que ingresar sus datos. A continuación encontrará orientación sobre cómo utilizar algunas de las herramientas en línea recomendadas.

Cada una de estas pruebas calcula el valor de la Diferencia Mínima Significativa, o LSD por sus siglas en inglés, que es un valor calculado en base al promedio y la variación de sus datos, más el nivel de confianza. El valor LSD le indica la diferencia significativa más pequeña entre los promedios de los tratamientos. Cuando las diferencias promedio entre sus tratamientos son mayores que el valor LSD calculado, entonces usted puede confiar con seguridad en que sus resultados indican una diferencia estadísticamente válida. Esto significa que uno o más de sus tratamientos realmente produjeron valores más altos que los otros tratamientos. Por otro lado, si las diferencias promedio entre tratamientos son menores que el valor LSD, entonces no hay diferencias estadísticamente significativas entre sus tratamientos. Vea un **ejemplo de análisis de datos** a continuación.

Ejemplo de análisis de datos

El agricultor-investigador David llevó a cabo una prueba en su finca para comparar dos tipos de tratamientos de poda o recorte postcosecha en arándanos. Algunos colegas del agricultor recomendaron recientemente una poda más agresiva que la que él realiza actualmente, eliminando aproximadamente un 50% más de material vegetal. El agricultor decide implementar una prueba en su finca para probar esta idea y determinar qué es lo mejor para su producción. La prueba incluyó 2 tratamientos: A: Control (o el programa de poda actual), B: Poda más agresiva.

Dado que el estudio compara 2 variantes de una misma práctica (la poda), el agricultor utiliza un diseño de Comparación en pares con 6 repeticiones en bloques aleatorizados. Consulte la Figura 7 para ver una representación gráfica del diseño de la prueba.

El agricultor lleva a cabo la prueba en su granja, cosecha y pesa el rendimiento total en libras por parcela para todo el experimento. Los datos de rendimiento (libras/parcela) se ingresan en una hoja de datos como se muestra en la **Tabla 5**.

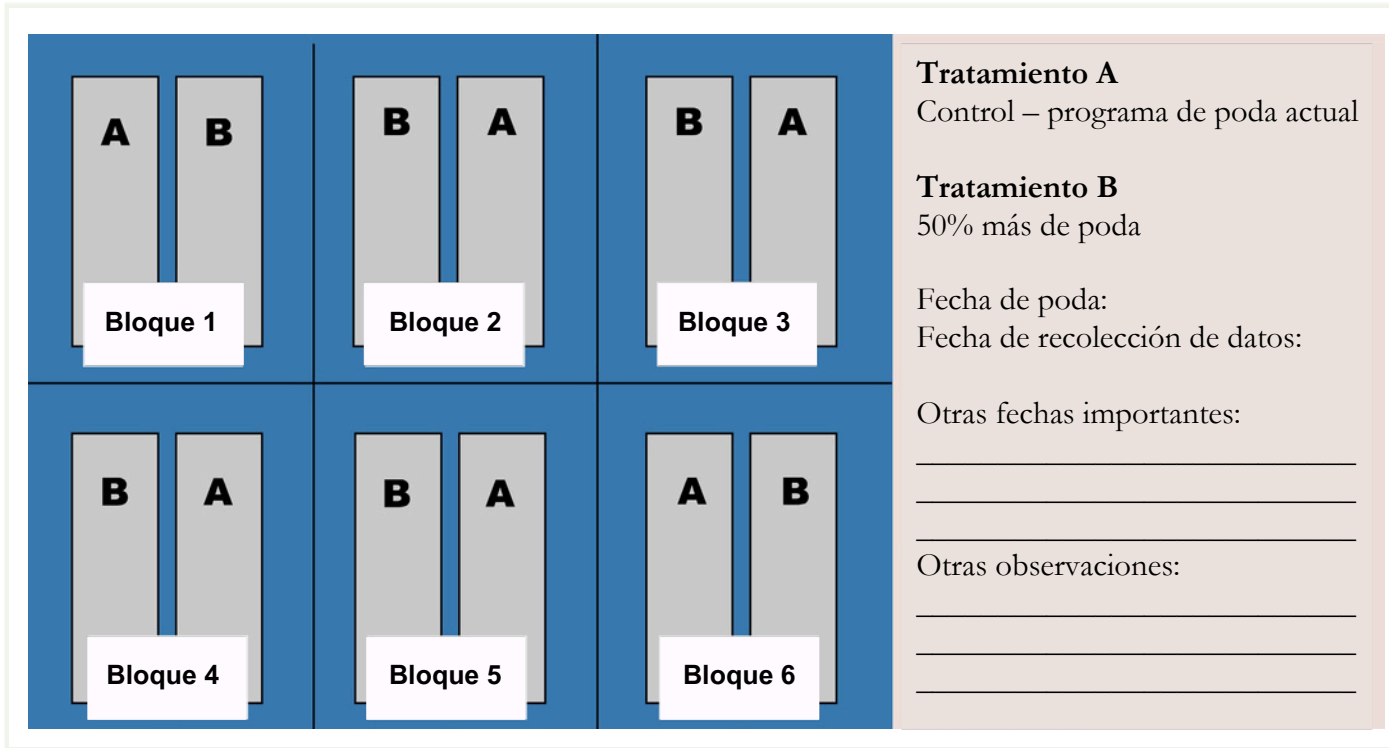


Figura 7. Comparación en pares con 6 repeticiones en bloques aleatorizados.

Basado únicamente en los promedios, parecería que hubo pequeñas diferencias entre los tratamientos. Esto podría indicar que el tratamiento de poda más agresiva aumentó el rendimiento, en lugar de disminuirlo, como sospechaba el agricultor. Pero antes de sacar conclusiones, el agricultor utilizó una prueba estadística para analizar sus datos y sentirse más confiado acerca de los resultados.

El agricultor eligió el intervalo estándar de confianza del 95% y utilizó una prueba t en la herramienta en línea FarmStat de la Universidad de Nebraska-Lincoln para analizar los datos. El valor de la Diferencia Mínima Significativa (LSD, por sus siglas en inglés), o a veces llamado LSD de Fisher, se calculó en 6.6. Luego, el agricultor comparó el valor de LSD con las diferencias entre los promedios de los dos tratamientos.

Tratamiento B (149.83) – Tratamiento A (147.67) = 2.16. Este valor es menor que el valor de LSD de 6.6, por lo tanto, podemos decir que podar un 50% más de material vegetal después de la cosecha en el cultivo de arándanos no afectó el rendimiento ni de manera positiva ni negativa. El rendimiento se mantuvo igual para ambos tratamientos de poda.

El agricultor-investigador puede sacar buena información de esta prueba. No hubo diferencia en el rendimiento entre los dos tratamientos de poda. La recomendación de otros agricultores de realizar una poda más agresiva no ayudó a aumentar el rendimiento. Por otro lado, podar este material adicional no redujo el rendimiento, como sospechaba el agricultor. En cuanto al rendimiento de los arándanos, el agricultor puede usar cualquiera de los dos tratamientos en el futuro. Otras consideraciones, como los costos de poda, entran en juego al decidir qué hacer. El agricultor está considerando realizar nuevamente la prueba utilizando una variedad diferente de arándanos.

Tabla 5. Datos de rendimiento por parcela

	Tratamiento A (control) lb/parcelas	Tratamiento B lb/parcelas
Bloque 1	150	145
Bloque 2	145	155
Bloque 3	140	150
Bloque 4	151	149
Bloque 5	153	152
Bloque 6	147	148
Promedio	147.67	149.83
Rango	140-153	145-155



USDA photo by Preston Keres .

¿Cómo realizar estas pruebas?

Existen varias herramientas gratuitas de análisis estadístico en internet que puede usar para analizar sus datos. Usted debe ingresar todos sus datos, las herramientas en línea harán el análisis por usted. Si tiene acceso a Microsoft Excel o Google Sheets, también puede realizar el análisis usted mismo. Vea **la sección Herramientas en línea gratuitas para análisis estadístico** para consultar una lista de sitios estadísticos recomendados que pueden ayudarle a ejecutar la prueba estadística para su prueba.

Finalmente, no se desanime si tiene dificultades con las estadísticas. La mayoría de nosotros lo hace. Pida ayuda a su agente de extensión o investigador local. Si usted es beneficiario de fondos del OFRF para sus pruebas de investigación, el personal del OFRF le ayudará con esto.

Herramientas gratuitas en línea para el análisis estadístico

FarmStat de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Es una herramienta sencilla para diseños de comparación por pares y comparación de tres o más tratamientos. Puede ver un [video tutorial](#) como referencia.

Jamovi. Esta es una herramienta gratuita de software de código abierto que se puede usar en línea. Es posible que necesite crear una cuenta gratuita para usar la herramienta por 45 minutos por sesión. Puede ejecutar una prueba T para diseños de comparación por pares, pruebas Anova para comparación de tres o más tratamientos, o pruebas Anova para un diseño de parcelas divididas. Vea un [video tutorial](#) de Jamovi de la Universidad Estatal de Idaho.

Organic Seed Variety Trial Tool. Esta herramienta, desarrollada por la Organic Seed Alliance, puede ayudarle a planificar y visualizar resultados de su prueba en la granja. Fue diseñada específicamente para ayudar a agricultores a realizar pruebas de variedades para agricultura orgánica. Usando esta herramienta, puede realizar pruebas t para diseños de comparación por pares y pruebas Anova para comparaciones de tres o más tratamientos. Vea un [video tutorial](#) sobre cómo usar esta herramienta.

Microsoft Excel o Google Sheets. Puede realizar análisis de pruebas t y Anova en estas herramientas. Las pruebas Anova en estas plataformas solo le indicarán si hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Nota: vea el Apéndice 3 para orientación más específica sobre cómo utilizar estas herramientas en línea.

Paso 7: Saque conclusiones y comparta

Una vez que haya analizado estadísticamente sus resultados, es momento de preguntarse: ¿estos resultados parecen estar de acuerdo con su hipótesis? ¿Y con su pregunta original? Tómese un tiempo para reflexionar sobre su prueba y resultados, y piense qué significan para el resto de su granja.

Dependiendo de sus resultados, ¿es momento de ampliar la práctica que probó al resto de su granja? ¿O necesita realizar más pruebas o encontrar información adicional para tomar esta decisión? Tal vez considere repetir el mismo experimento el próximo año, ya que las condiciones climáticas cambian. Converse sobre esto con una persona agricultora de confianza o con una persona asesora técnica de extensión, y utilice sus notas de observación en el campo para ayudarlo a interpretar los resultados. Con frecuencia, los resultados de una prueba conducen a formas aún más precisas o útiles de formular preguntas para mejorar sus prácticas.

Al sacar conclusiones de su prueba, recuerde tener en cuenta las diferencias en los costos entre sus tratamientos. Un aumento en el rendimiento puede no parecer tan favorable si tuvo que duplicar la cantidad de mano de obra utilizada para implementar la nueva práctica agrícola. Si sus tratamientos van a variar en costo, se recomienda llevar un registro de estos para que pueda utilizar esta información y tomar decisiones bien fundamentadas.

Es importante mantener sus resultados en contexto. Cualquiera que sea el resultado, eso no significa que estos resultados deban aplicarse a todas las granjas del país donde se cultiven los mismos productos. Es más probable que sus resultados se apliquen a su granja local y a su comunidad agrícola local. Siéntase en libertad de compartir su experiencia realizando una prueba en la granja y sus resultados con sus colegas y amistades. Seguramente aprendió mucho durante todo el proceso y quizá desee seguir experimentando con más pruebas para mejorar su producción. Comparta su aprendizaje y entusiasmo con otras personas. ¡Ellas pueden aprender mucho de usted; agricultores aprenden mejor de otros agricultores!

No se desanime si sus resultados no son estadísticamente significativos, ya que ese también es un resultado válido. Realizar pruebas en la finca requiere mucho trabajo y, a veces, los resultados no son los esperados. Tenga en cuenta que incluso los resultados no estadísticamente significativos pueden ser buena información para su granja. Por ejemplo, sus resultados podrían indicarle que una práctica específica que le entusiasmaba mucho en realidad no funciona y no vale la pena invertir más energía y recursos en ella. Esta también es una buena orientación para la gestión de su granja.

“Como agricultores, generalmente somos personas que nos preguntamos qué está pasando... tenemos algunas ideas, observamos cosas. Profundizar un poco más en algunas preguntas es algo de lo que muchos agricultores podrían beneficiarse.”

~Agricultor Jeremy Barker-Plotkin
Amherst, MA



Finalmente, **¡manténgase curioso!**. Utilice la información que obtuvo de su prueba en la granja y siga haciendo preguntas que tengan el potencial de mejorar su operación. En la ciencia, al igual que en una operación agrícola, siempre surgen nuevas preguntas. Le animamos a utilizar estas guías para seguir realizando pruebas en su granja. La investigación más relevante e impactante para su granja probablemente sea aquella que usted diseña y lidera.

Para ejemplos de agricultores que han seguido los siete pasos de esta guía, consulte los Perfiles de Agricultores-Investigadores ubicados en el Apéndice 1. Cada perfil de agricultor incluye un resumen de cada paso, desde la planificación de la prueba hasta la formulación de conclusiones.

Apéndice 1 - Agricultor(a)-Investigador(a)

Perfil de Agricultor(a)-Investigador(a) 1: Galo's Grains

Antecedentes

Galo's Grains es una finca orgánica de 100 acres dedicada al cultivo de granos en el estado de Michigan, EE.UU. Los agricultores se especializan en la producción de granos pequeños como cebada, avena y trigo. Sus principales compradores son industrias de harina de alta calidad y cervecerías artesanales. Uno de sus principales compradores, una cervecería, se acercó recientemente para proponerles probar una nueva variedad de cebada. Los agricultores no están seguros de si esta nueva variedad crecerá bien en su granja, ya que fue desarrollada específicamente para otra región del país.

Paso 1 - Identifique su pregunta de investigación e hipótesis

Preguntas: ¿Puede esta nueva variedad de cebada adaptarse y crecer bien en mis campos? ¿Producirá buenos rendimientos en comparación con la variedad que cultivo actualmente? Hipótesis: La nueva variedad de cebada no producirá el mismo rendimiento por acre, o uno mayor, que la variedad cultivada en la finca desde hace años.

Paso 2 - Identifique qué medirá

Los agricultores medirán el rendimiento del grano por acre al momento de la cosecha.

Paso 3 - Elija un diseño experimental

Según la cantidad de variedades nuevas a comparar, los agricultores tendrán 2 tratamientos.

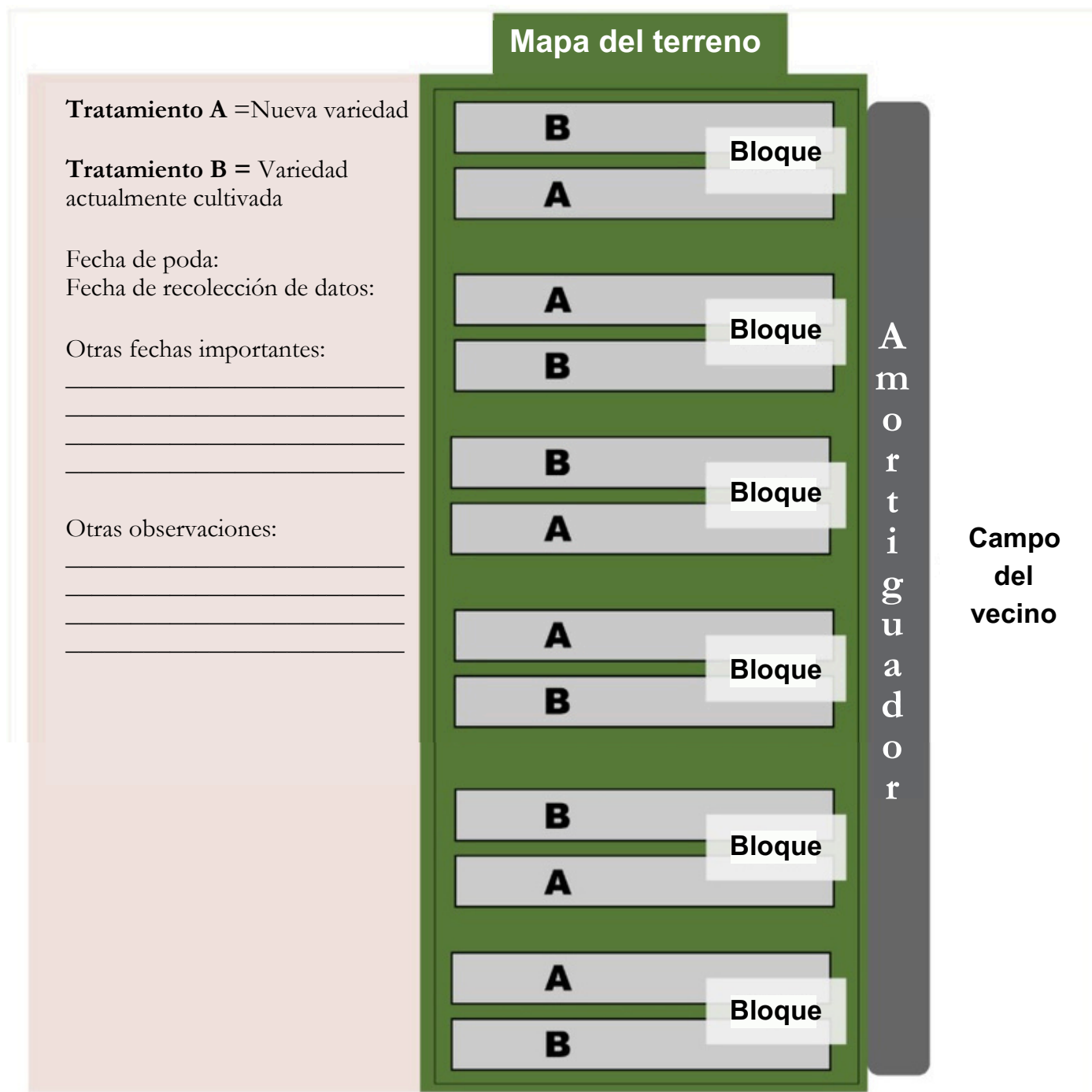
Tratamiento A: Control (la variedad que cultivan actualmente). Tratamiento B: Nueva variedad de cebada. El diseño experimental que se utilizará será una Comparación por Pares.

Paso 4 - Elija su campo y marque la ubicación de sus parcelas

Los agricultores eligieron utilizar un campo de 0.5 acre ubicado en el lado oeste de su propiedad. Este campo ha sido usado para cultivar cebada y trigo en los últimos años. Es plano y uniforme, y colinda con la producción convencional de maíz y soya de la propiedad vecina. Para proteger la prueba de una posible deriva, los agricultores establecerán una franja de protección de 25 pies. Han decidido utilizar 6 repeticiones o bloques. El tamaño de cada parcela será de dos pasadas de tractor a lo largo de todo el campo. La ubicación de los tratamientos en cada repetición se decide al azar sacando papeles de un sombrero. Los agricultores usan cinta métrica, banderas, etiquetas impermeables y estacas para marcar el campo. La **Figura 8** muestra el mapa de parcelas para esta prueba.

Paso 5 - Establezca su prueba y recopile los datos

Los agricultores siembran las 2 variedades el mismo día. Los datos de rendimiento se medirán cosechando cada parcela por separado y deteniéndose para pesar el total cosechado de cada una. Para asegurar que el área cosechada en cada parcela sea la misma entre todos los tratamientos, recortan las parcelas en dirección perpendicular a los surcos. Los datos de cosecha se ingresan en una hoja de datos para su análisis posterior. Consulte el **Apéndice 2** para ver un ejemplo de hoja de datos de rendimiento.



Tratamiento A = Nueva variedad

Fecha de poda:

Otras fechas importantes:

Otras observaciones:

B

Bloque

A

A

Bloque

B

B

Bloque

A

A

Bloque

B**B**

Bloque

A

A

Bloque

B

A mortiguador

Campo del vecino

Figura 8. Ejemplo de mapa de parcelas para Galo's Grains con dos tratamientos (A y B) repetidos en 6 bloques.

Los agricultores utilizan una prueba T en , una herramienta estadística gratuita en línea de [FarmStat](#) la Universidad de Nebraska-Lincoln, para ingresar y analizar sus datos. Consulte más información sobre herramientas estadísticas gratuitas disponibles en el Paso 6. Vea la **Tabla 6** para un resumen de los datos recopilados. Los agricultores realizan la prueba estadística T, la cual proporciona el valor de Diferencia Mínima Significativa (LSD, por sus siglas en inglés). Luego, comparan el valor LSD con las diferencias promedio entre tratamientos para determinar si existe una diferencia estadísticamente válida entre ellos. **Los agricultores encontraron que el valor LSD es menor que la diferencia promedio entre los tratamientos.**

Tabla 6. Datos de rendimiento por acre

Bloques	Tratamiento A (Control) bushels/acre	B (nueva variedad de cebada) bushels/acre
Bloque 1	52.52	55.02
Bloque 2	53.01	55.45
Bloque 3	53.21	55.33
Bloque 4	52.11	54.95
Bloque 5	55.03	55.52
Bloque 6	52.86	56.87
Promedio	53.12	55.52
Rango	52.11 - 55.03	54.95 - 56.87

Valor de LSD calculado: 1.198

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (55.52) menos Tratamiento A (53.12) = 2.4

Paso 7 - Saque conclusiones y comparta

Dado que el valor de la prueba LSD es menor que la diferencia promedio entre tratamientos, los agricultores concluyen que esta nueva variedad de cebada produce un rendimiento más alto que la variedad que cultivan actualmente. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos de las dos variedades. Los agricultores comparan sus resultados con sus preguntas e hipótesis de investigación originales. Su sospecha de que esta nueva variedad de cebada no se desempeñaría bien en su finca no se cumplió. Los agricultores deciden aumentar lentamente la superficie sembrada con la nueva variedad de cebada para venderla a su cliente, mientras continúan monitoreando los rendimientos. Comparten su prueba con otras personas agricultoras y se sienten más seguros sobre las variedades de cebada que cultivan en su finca. ¡Los agricultores de Galo's Grains deciden que su próxima prueba debe ser una prueba de sabor de la nueva cerveza!

Perfil de persona agricultora-investigadora 2: Trisha's Green

Antecedentes

Trisha's Green Thumb es una finca orgánica de hortalizas de 20 acres ubicada en el estado de Georgia, EE. UU. Los agricultores cultivan una amplia variedad de vegetales, como hojas verdes, raíces, tomates, pimientos, fresas, arándanos y algunos duraznos. Están cerca de dos centros urbanos donde venden la mayor parte de su producción a través de mercados agrícolas, un programa grande de agricultura apoyada por la comunidad (CSA, por sus siglas en inglés), y ventas al por mayor a restaurantes locales y tiendas comunitarias. Durante años han utilizado cáñamo sunn como cultivo de cobertura, pero ahora buscan alternativas debido al alto costo de las semillas. Quieren probar sorgo sudán, mijo perla, lab lab y una mezcla de sorgo sudán con frijol caupí (cowpea). Sus principales objetivos con los cultivos de cobertura son lograr una buena supresión de malezas y generar la mayor cantidad de materia orgánica posible para mejorar el suelo. Estas metas son clave para el éxito de los cultivos de otoño e invierno.

Paso 1 – Identifique su pregunta de investigación e hipótesis

Preguntas: ¿Pueden otras alternativas de cultivos de cobertura proporcionar una mejor supresión de malezas y agregar más materia orgánica que el cáñamo sunn que se usa actualmente? Dado el aumento en los precios de semillas, ¿Cuál es la forma más económica de mantener bajo control las malezas y agregar la mayor cantidad posible de materia orgánica al suelo?

Hipótesis: **La mezcla de sorgo sudán con frijol caupí será la opción más económica, brindará la mejor supresión de malezas y agregará más materia orgánica que todos los demás cultivos de cobertura.**

Paso 2 – Identifique lo que medirá

Los agricultores medirán la supresión de malezas y la cantidad de materia orgánica (biomasa) producida por cada tratamiento. También les preocupa el costo de las semillas de los cultivos de cobertura.

Paso 3 – Elija un diseño experimental

Según la cantidad de cultivos de cobertura que se compararán, habrá 5 tratamientos. Tratamiento A: cáñamo sunn (control), Tratamiento B: sorgo sudán, Tratamiento C: mijo perla, Tratamiento D: lab lab, Tratamiento E: mezcla de sorgo sudán con frijol caupí. El diseño experimental utilizado será una **Comparación de 3 o más tratamientos** (también conocido como Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados).

Paso 4 – Elija su campo y marque la ubicación de sus parcelas

Los agricultores han elegido un campo de 1/4 de acre en el lado norte de su propiedad, que ha sido usado intensamente en los últimos 5 años para cultivar tomates y hortalizas de hoja verde. El suelo es relativamente uniforme, aunque retiene más humedad hacia el borde norte. Se realizarán 4 repeticiones o bloques, distribuidos a lo largo de la pendiente de humedad. El tamaño de las parcelas se define dividiendo el campo en 4 repeticiones y cada repetición en 5 tratamientos. La asignación de los tratamientos se hace al azar, sacando papeles de un sombrero. Para marcar el campo se usan cinta de medir, banderas, etiquetas impermeables y estacas. Consulte la **Figura 9** para ver el mapa de la prueba.

Paso 5 – Establezca su prueba y recopile datos

Dado el tamaño reducido de las parcelas, los agricultores deciden sembrar a mano todos los cultivos de cobertura el mismo día. La presión de malezas se evaluará dos veces, a los 30 y 60 días después de la siembra, usando un aro hula hula como marco de muestreo. En cada parcela se tomarán dos muestras, colocando el aro al azar. Las malezas se contarán, se guardarán en bolsas de papel etiquetadas y se pesarán en fresco. Al momento de la segunda evaluación, también se medirá la biomasa total: se cortará todo el cultivo de cobertura por encima del suelo y se pesará en fresco. Para estas mediciones, se utilizarán una balanza, bolsas de papel (para malezas) y bolsas de tela (para cultivos de cobertura), todas debidamente etiquetadas. El peso seco se calculará mediante el método de microondas descrito en [una publicación](#) de la Universidad de Georgia.

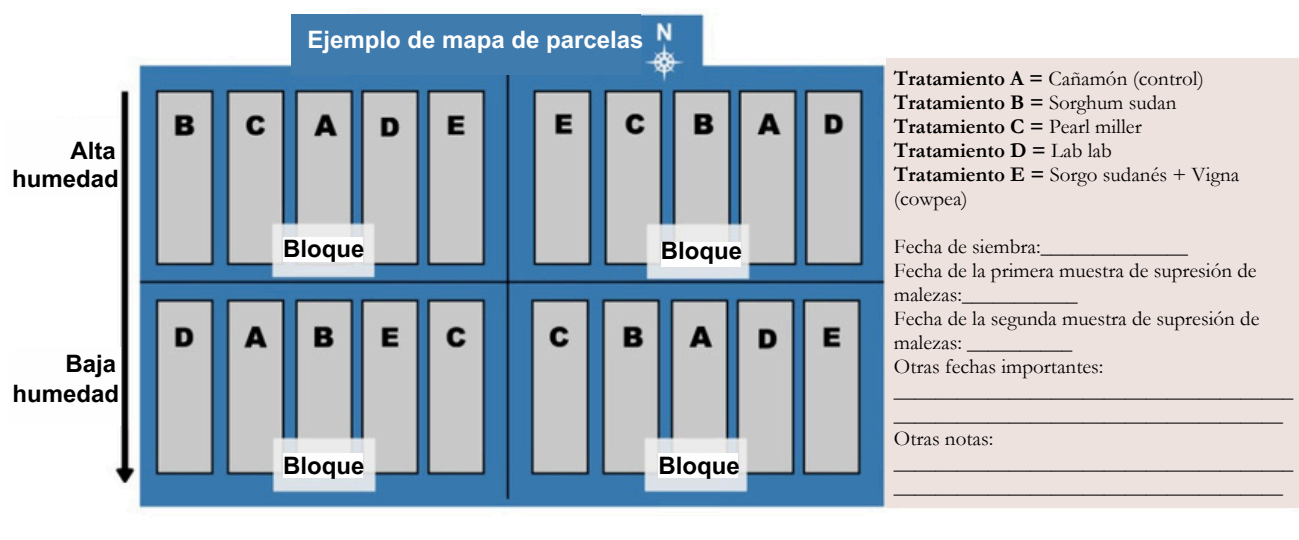


Figura 9. Ejemplo de mapa del terreno para “Trisha’s Green Thumb”, que muestra cinco tratamientos (de la A a la E) repetidos en cuatro bloques diferentes dispuestos a lo largo de una pendiente de humedad.

Paso 6 - Analice sus datos

Los agricultores utilizan una **prueba ANOVA** en [FarmStat](#), una herramienta estadística gratuita en línea de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Consulte más información sobre herramientas estadísticas gratuitas disponibles en línea en el Paso 6. Ellos comparan el valor de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con las diferencias promedio entre tratamientos para determinar si existe una diferencia estadísticamente válida entre ellos. Consulte las **Tablas 7, 8 y 9** para ver un resumen de los datos sobre la presión de malezas y el rendimiento total de biomasa.

Tabla 7. Datos de malezas en gramos por pie cuadrado a los 30 días.

Bloques	Tratamiento A (Control) Cañamón Sunn	Tratamiento B Sorghum sudan	Tratamiento C Pearl Millet	Tratamiento D Lab lab	Tratamiento E Sorghum sudan + cowpeas
Bloque 1	10.2	9.2	8.8	7.2	9.5
Bloque 2	8.2	10.1	10.2	9.5	8.6
Bloque 3	7.9	8.5	12.3	5.6	10.4
Bloque 4	10	9.9	9.5	10.1	8.8
Promedio	9.07	9.42	10.2	8.1	9.32
Rango	7.9 - 10.2	8.5 - 10.1	8.8 - 12.3	5.6 - 10.1	8.6 - 10.4

Valor de DMS calculado: No se generó ningún valor de DMS
No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 8. Datos de malezas en gramos por pie cuadrado a los 60 días.

Bloques	Tratamiento A (Control) Cañamón Sunn	Tratamiento B Sorghum sudan	Tratamiento C Pearl Millet	Tratamiento D Lab lab	Tratamiento E Sorghum sudan + cowpeas
Bloque 1	19.5	25.1	23.5	20.1	17.5
Bloque 2	18.2	24.8	22.5	22.5	20
Bloque 3	17.8	20.1	21.6	21.6	16.5
Bloque 4	20.1	22.3	24.7	24.7	15.9
Promedio	18.9	23.07	23.07	21.2	16.6

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (23.07) menos Tratamiento A (18.9) = 4.98, mayor que el valor de DMS

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (23.07) menos Tratamiento E (16.6) = 6.47, mayor que el valor de DMS

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento D (21.2) menos Tratamiento E (16.6) = 4.6, mayor que el valor de DMS

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento C (23.07) menos Tratamiento A (18.9) = 4.98, mayor que el valor de DMS

Tabla 9. Datos de biomasa total en toneladas de peso seco por acre.

Bloques	Tratamiento A (Control) Cañamón Sunn	Tratamiento B Sorghum sudan	Tratamiento C Pearl Millet	Tratamiento D Lab lab	Tratamiento E Sorghum sudan + cowpeas
Bloque 1	2.57	2.58	2.53	2.4	2.51
Bloque 2	2.55	2.63	2.46	2.36	2.41
Bloque 3	2.49	2.57	2.51	2.39	2.39
Bloque 4	2.53	2.59	2.31	2.39	2.61
Promedio	2.53	2.593	2.45	2.37	2.48
Rango	2.49 - 2.57	2.57 - 2.63	2.31 - 2.53	2.34 - 2.40	2.39 - 2.61

Valor de DMS calculado: 0.11

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento A (2.53) menos Tratamiento D (2.37) = 0.16, mayor que el valor de DMS.

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (2.593) menos Tratamiento C (2.45) = 0.14, mayor que el valor de DMS.

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (2.593) menos Tratamiento D (2.37) = 0.22, mayor que el valor de DMS.

Diferencia promedio entre tratamientos: Tratamiento B (2.593) menos Tratamiento E (2.48) = 0.113, mayor que el valor de DMS.

Paso 7 - Saque conclusiones y comparta

Los agricultores utilizan los resultados estadísticos para sacar conclusiones sobre su prueba. A primera vista, el Tratamiento D (Lablab) parece ofrecer una mayor supresión de malezas en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, la prueba estadística no encontró diferencias significativas entre los tratamientos con cultivos de cobertura. Por otro lado, el cañamón (sunnhemp) y la mezcla de sorgo sudán + frijoles de vaca mostraron una mejor supresión de malezas a los 60 días. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamientos y los demás. En cuanto a la producción de biomasa, el monocultivo de sorgo sudán (Tratamiento B) mostró una producción de biomasa más alta que el resto de los tratamientos, con excepción del cañamón (Tratamiento A). El cañamón mostró una mayor producción de biomasa que el lablab (Tratamiento D), pero no se encontraron diferencias estadísticas con respecto a los demás tratamientos.

Los agricultores obtuvieron mucha información valiosa a partir de esta prueba. Compararon sus resultados con las preguntas de investigación e hipótesis originales. También utilizaron los costos de las semillas para calcular el costo por libra de biomasa producida. Decidieron incorporar el sorgo sudán en su uso regular de cultivos de cobertura, alternándolo con cañamón (sunnhemp) cada temporada. Siempre que la semilla de cañamón resultaba cara o difícil de conseguir, recurrían al sorgo sudán. A veces utilizaban la mezcla de sorgo sudán y frijoles de vaca cuando la supresión de malezas era el objetivo principal. Finalmente, los agricultores compartieron su experiencia con sus colegas y se sintieron más seguros sobre qué cultivos de cobertura funcionan bien en su sistema agrícola.

Perfil de Agricultor-Investigador 3: Brianda's Blooms

Antecedentes

Brianda's Blooms es una pequeña granja urbana orgánica ubicada en el estado de Massachusetts, EE. UU. Los agricultores cultivan flores comestibles de alta gama, hojas verdes y tomates para restaurantes y algunas empresas de catering. Todos sus cultivos se producen bajo condiciones de invernadero. Recientemente, han tenido dificultades con enfermedades fúngicas en las violas, un tipo de flor comestible muy popular. Están buscando soluciones a este problema probando 3 nuevas variedades y 2 fungicidas foliares. Los agricultores sospechan que algunas de las nuevas variedades responderán mejor a al menos uno de los fungicidas, por lo que, en lugar de realizar dos experimentos por separado, decidieron combinarlos en uno solo.

Paso 1 - Identificar la pregunta de investigación y la hipótesis

Preguntas: ¿Proporciona alguno de estos fungicidas foliares una supresión suficiente de enfermedades en las violas? ¿Presenta alguna de estas otras variedades de viola alguna resistencia natural a las enfermedades fúngicas? Hipótesis: Entre las tres nuevas variedades y los 2 fungicidas foliares, al menos una de las nuevas variedades de viola mostrará mejor resistencia a la enfermedad, pero los fungicidas foliares no serán más efectivos que no aplicar ningún tratamiento para suprimir la enfermedad.

Paso 2 - Identificar lo que medirá

Los agricultores medirán la incidencia de la enfermedad dos veces durante la temporada para captar cómo se comportan las variedades y los fungicidas foliares en las etapas tempranas y tardías de crecimiento.

Paso 3 - Elegir un diseño experimental

Los agricultores están probando dos cosas diferentes: 3 nuevas variedades y 2 fungicidas foliares. Este es un diseño de Subplot. Habrá 4 tratamientos de variedades: Variedades 1, 2, 3 y 4; en este caso, la variedad 4 será el control (la variedad que normalmente cultivan). Habrá 3 tratamientos de fungicidas foliares: A, B y C; en este caso, el tratamiento C será el control, es decir, sin aplicar fungicida.

Paso 4 - Elegir su campo y marcar la ubicación de sus parcelas

Los agricultores han elegido una pequeña sección del invernadero para realizar la prueba. Habrá 4 bloques de réplicas. El nivel de la variedad se utilizará como las parcelas más grandes, mientras que el fungicida foliar se considerará los subplots. Véase la Figura 10 para el mapa de las parcelas de esta prueba. Cada parcela será una pequeña cama de flores. La colocación de los tratamientos en cada repetición se decide aleatoriamente mediante un sorteo de papeles de un sombrero. Los agricultores usan cinta métrica, banderas, etiquetas impermeables y estacas para marcar las parcelas.

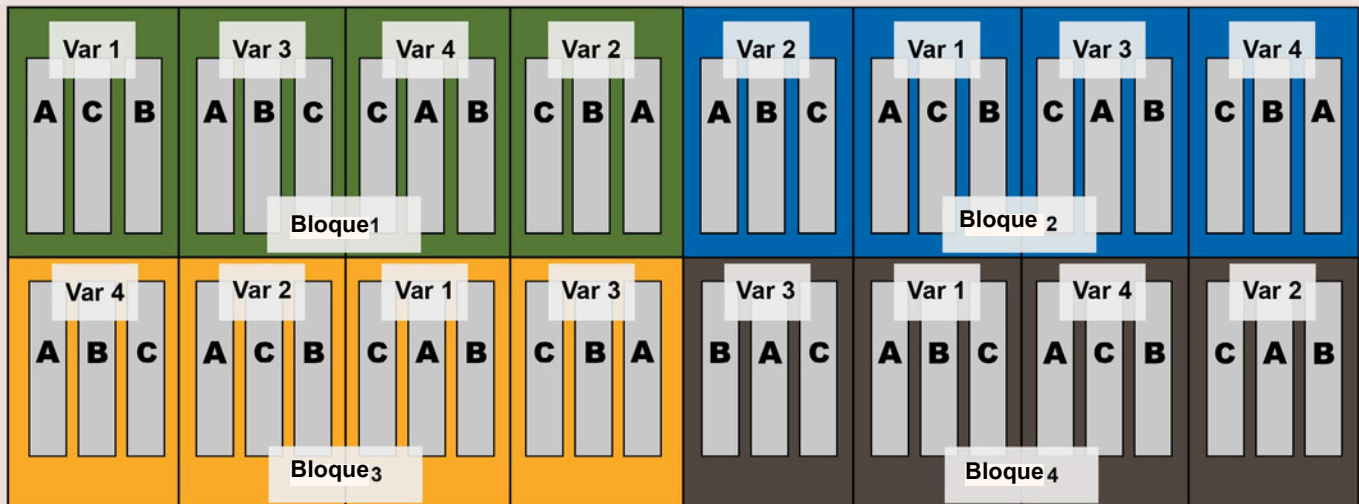
Paso 5 - Establecer su prueba y recopilar los datos

La siembra de todos los tratamientos se realiza el mismo día. La incidencia de la enfermedad se mide dos veces (a los 30 y 60 días después de la siembra) utilizando un pequeño marco circular (hula hula) colocado aleatoriamente dos veces en el centro de la parcela para minimizar los efectos del derrame. Se examinan las plantas ubicadas en las filas centrales para detectar la presencia de la enfermedad. La severidad de la enfermedad se medirá para cada planta en la muestra utilizando una escala de calificación que va de asintomática (1) a extremadamente enferma (5). Luego se calculará un promedio para toda la muestra sumando todos los números y dividiendo entre el número de plantas en la muestra.

Paso 6 – Analice sus datos

Los agricultores utilizan una prueba ANOVA en la herramienta en línea Jamovi para ingresar y analizar los datos de la prueba. Consulte la **Tabla 10** para ver un resumen de esta información. Para el análisis, se usaron dos “factores fijos”, ya que la variedad y la aplicación de fungicida fueron los dos niveles de tratamiento comparados. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos (variedades y aplicaciones de fungicida), pero no se detectó interacción entre ellos. Para más información sobre [Jamovi](#), consulte el Paso 6 – **Herramientas gratuitas en línea para análisis estadístico**.

Mapa de parcelas de prueba para Brianda's Blooms



Variedad 1 = _____ Variedad 1 = _____ Variedad 1 = _____ Variedad 1 = _____
 Tratamientos con aspersión foliar: A= _____ B= _____ C= _____ Control _____
 fechas de aplicación de insumos: _____
 Fechas de medición de la incidencia de enfermedades: _____
 escala de evaluación de enfermedades: _____
 otras notas importantes sobre fechas: _____

Figura 10. Mapa de parcelas de la prueba para Brianda's Blooms, mostrando tres tratamientos de fungicida foliar (A, B y C) y cuatro variedades (1, 2, 3 y 4) en cuatro bloques.

Tabla 10. Datos de incidencia de enfermedad a los 60 días.

	Var 1			Var 2			Var 3			Var 4 (control)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Bloque 1	1.84	1.8	1.78	1.59	1.6	1.98	1.78	2.08	2.05	1.75	1.73	1.98
Bloque 2	1.66	1.92	1.84	1.88	1.78	2	1.88	2.1	2.01	1.65	1.96	1.66
Bloque 3	1.74	1.8	1.69	1.62	1.94	1.91	1.91	2.02	1.99	1.7	1.94	1.77
Bloque 4	1.5	1.91	1.8	1.85	1.66	2.02	2.1	2.01	1.89	1.91	1.8	1.91

Valores promedio para cada tratamiento

Var 1 = 1.77	Var 2 = 1.82	Var 3 = 1.98	Var 4 (control) = 1.82
A = 1.77	B = 1.88	C (control) = 1.89	

Los resultados estadísticos mostraron lo siguiente:

- La Variedad 1 (1.77) es significativamente diferente de la Variedad 3 (1.98).
- La Variedad 2 (1.82) es significativamente diferente de la Variedad 3 (1.98).
- La Variedad 4 (control) (1.82) es significativamente diferente de la Variedad 3 (1.98).
- El tratamiento fungicida A (1.77) es significativamente diferente de los tratamientos fungicidas B (1.88) y C (1.89, control).

Paso 7 - Sacar conclusiones y compartir

Los agricultores utilizan los resultados estadísticos para sacar conclusiones sobre su prueba, teniendo en cuenta los precios de las semillas y los insumos. Comparan sus resultados con las preguntas de investigación e hipótesis originales. Los agricultores descubrieron que las Variedades 1, 2 y 4 (control) tenían una severidad de enfermedad significativamente más baja que la Variedad 3. Por otro lado, los resultados muestran que el tratamiento fungicida A tuvo una severidad de enfermedad significativamente más baja que los tratamientos fungicidas B y C (control sin spray). Los agricultores decidieron continuar utilizando el tratamiento fungicida A y seguir usando las nuevas variedades (excepto la Variedad 3), ya que mostraron buenas cualidades estéticas. Comparten la información sobre su prueba con sus colegas y se sienten más seguros sobre qué estrategias utilizar para minimizar la incidencia de enfermedades fúngicas en la producción de violas. Esperan realizar otra prueba la próxima temporada con variedades adicionales.

Apéndice 2 - Ejemplos de hojas de datos y fuentes

Hoja de datos de muestra de rendimiento

Nombre del agricultor: _____ Cultivo(s): _____

Fecha de siembra: _____ Fecha de cosecha: _____

Área cosechada por muestra: _____ Área del marco de muestra (si aplica): _____

Unidades de escala: _____ Peso del contenedor/bolsa (si aplica): _____

Muestras recolectadas por: _____

Tomador de notas: _____

Numero de bloque	Tratamiento ID	Unidades de peso	Calcular rendimiento (libras o toneladas por acre)	Observaciones

Hoja de datos de muestra de biomasa

Nombre del agricultor: _____ Cultivo(s): _____

Fecha de siembra: _____

Fecha de muestreo: _____

Área del marco de muestreo: _____

Unidades de escala: _____

Peso del contenedor/bolsa (si aplica): _____

Muestras recolectadas por: _____

Tomador de notas: _____

Numero de bloque	Tratamiento ID	Número de muestra (si aplica)	Peso seco estimado (unidades) _____	Calcular biomasa total (libras o toneladas por acre) _____	Calcular la biomasa total (libras o toneladas por acre)

Observaciones:

Notas: Se incluye una columna para “Número de muestra” en caso de que usted recoja más de una muestra por parcela. La orientación para estimar el peso seco de las muestras se encuentra en la Tabla 4.

Hoja de datos de muestra de maleza

Nombre del agricultor: _____ Cultivo(s): _____

Fecha de siembra: _____ Fecha de muestreo: _____

Área del marco de muestreo: _____ Unidades de escala: _____

Peso del contenedor/bolsa (si aplica): _____

Muestras recolectadas por: _____

Tomador de notas: _____

[illegible]

Notas: Se incluye una columna para “Número de muestra” en caso de que usted recoja más de una muestra por parcela.

Hoja de datos de muestra para establecimiento de registro

Nombre del agricultor: _____ Cultivo(s): _____

Fecha de siembra: _____ Fecha de muestreo: _____

Área o longitud de la muestra: _____ Muestras recolectadas por: _____

Tomador de notas: _____

Numero de bloque	Tratamiento ID	Plantas germinadas	Promedio (Sume las plantas germinadas y divida por el número de muestras tomadas en la misma parcela)	Calcular plantas por pie cuadrado	Observaciones

Otros recursos para hojas de datos

Para obtener excelentes ejemplos de hojas de **datos para pruebas de variedades** y sabor, consulte el Apéndice G de [The Grower's Guide to Conducting On-farm Variety Trials](#) desarrollado por el Seed to Kitchen Collaborative. Un gran ejemplo y discusión sobre hojas de datos para muestreo de insectos se encuentra en este artículo de eOrganic titulado [Overview of Monitoring and Identification Techniques for Insect Pests](#) por Geoff Zehnder, Universidad de Clemson. Instrucciones detalladas para el cálculo de biomasa y un ejemplo de hoja de datos para muestreo de biomasa desarrollados por el USDA NRCS en Iowa se encuentran en la publicación [Estimating Cover Crop Biomass](#).

Apéndice 3 - Orientación y recursos sobre análisis estadístico

Orientación para realizar análisis estadísticos con herramientas en línea gratuitas:

FarmStat de la Universidad de Nebraska-Lincoln

Utilice la opción “Randomized Complete Block Design” (Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados). Ingrese sus datos directamente o cópielos desde Excel. Para el análisis, utilice la opción Fisher’s LSD. Luego, identifique el valor crítico de LSD para comparar con las diferencias en los promedios entre los tratamientos. La herramienta también le proporciona declaraciones conclusivas del análisis. Además, hay un video tutorial que puede ver.

Jamovi

Puede realizar un T-test para diseños de comparación por pares, pruebas Anova para comparaciones de 3 o más tratamientos, o pruebas Anova para un diseño de parcelas divididas. Ingrese sus datos por filas, de modo que cada fila sea una observación. Por ejemplo, la 1ª columna = Tratamiento A, la 2ª columna = Bloque 1, y la 3ª columna = los datos de este tratamiento. Para realizar el análisis, ingrese la “Variable dependiente” (que será el dato que está comparando: rendimiento, tasas de germinación, etc.), y los “Factores fijos” (nombres de los tratamientos que está comparando, representados por letras de tratamiento). En un diseño de parcelas divididas tendrá 2 factores fijos. La prueba le dirá si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Utilice la “Prueba Post Hoc de Tukey” para identificar exactamente dónde están estas diferencias entre los tratamientos. Cualquier resultado inferior a 0.05 puede considerarse estadísticamente significativo. Consulte un [video tutorial de Jamovi](#) de la Universidad Estatal de Idaho.

Herramienta de Ensayos de Variedades de Semillas Orgánicas

Puede realizar un T-test para diseños de comparación por pares, pruebas Anova para comparaciones de 3 o más tratamientos, o pruebas Anova para un diseño de parcelas divididas. Ingrese sus datos por filas, de modo que cada fila sea una observación. Por ejemplo, la 1ª columna = Tratamiento A, la 2ª columna = Bloque 1, y la 3ª columna = los datos de este tratamiento. Para realizar el análisis, ingrese la “Variable dependiente” (que será el dato que está comparando: rendimiento, tasas de germinación, etc.), y los “Factores fijos” (nombres de los tratamientos que está comparando, representados por letras de tratamiento). En un diseño de parcelas divididas tendrá 2 factores fijos. La prueba le dirá si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Utilice la “Prueba Post Hoc de Tukey” para identificar exactamente dónde están estas diferencias entre los tratamientos. Cualquier resultado inferior a 0.05 puede considerarse estadísticamente significativo. Vea el [video tutorial](#) de Jamovi de la Universidad Estatal de Idaho.

Microsoft Excel o Google Sheets.

Es posible que deba descargar complementos estadísticos (XL Miner Analysis Tool Pack en Google Sheets y Add-ins - Analysis Tool Pack en Microsoft Excel). Para un t-test, ingrese el código “=Ttest” en cualquier celda y luego le pedirá los datos para cada tratamiento (llamados rangos), el tipo de prueba (elija tipo 2, dos muestras con varianza igual) y colas (elija distribución de 2 colas). El número resultante le indicará si la diferencia que observa es estadísticamente significativa o no. Si el número es igual o inferior a 0.05, la diferencia mostrada entre los tratamientos es estadísticamente significativa. Consulte un tutorial sobre T-test utilizando Microsoft Excel aquí y un tutorial de prueba Anova aquí utilizando el mismo software.

Recursos más detallados sobre análisis estadístico

[How to Conduct Research on Your Farm or Ranch](#) es una publicación de Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) que contiene información detallada sobre el diseño experimental de investigaciones en granja, análisis estadístico y consejos prácticos para realizar pruebas en la granja.

[Guía de Investigación en la Granja](#) de OFRF para más consejos y otro ejemplo de análisis estadístico.

Apéndice 4 - Ejemplos de pruebas de investigación en granjas lideradas por agricultores

Resúmenes de proyectos de productores de Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) (elegidos al azar). Encuentra más informes liderados por agricultores [aquí](#).

- Efectos del uso de patos como control biológico para manejar malezas y plagas dentro de un sistema de cultivo en huerto. Golden Sun Farm & Nursery LLC. Oregon. Ver resumen [aquí](#).
- Optimización de los métodos de labranza cero para una granja orgánica de hortalizas directas al mercado. Whitewater Gardens Farm. Minnesota. Ver resumen [aquí](#).
- Siembra de cultivos de cobertura e incorporación de ganado para mejorar la salud del suelo, la infiltración de agua y la rentabilidad dentro de una transición orgánica. Getting Farms LTD. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Biofungicida sostenible para granjas orgánicas. Cannivera. Wisconsin. Ver resumen [aquí](#).
- Investigación de las mejores prácticas para la calefacción mínima eficiente de túneles altos con calefactores modulares y cobertores de hileras. Millsap Farms LLC. Missouri. Ver resumen [aquí](#).
- Efectos del extracto de vermicast y los cultivos de cobertura en la red alimentaria del suelo y la salud de los cultivos en comparación con las camas tratadas con abono convencional. Samaritan Community Center. Arkansas. Ver resumen [aquí](#).
- Selección y evaluación de variedades de calabaza butternut para granjas orgánicas del sureste. Common Wealth Seed Growers / Twin Oaks Seed Farm. Virginia. Ver resumen [aquí](#).
- Reducción del uso de agua en cultivos de peonías mediante el uso de mallas de sombra. Cherry Petals Flower Farm. Utah. Ver resumen [aquí](#).
- Eficacia de las mallas de exclusión de insectos y las combinaciones de mallas de sombra en la producción diversificada de hortalizas en el suroeste. Highwater Farm. Colorado. Ver resumen [aquí](#).
- Espaciado del jengibre en túneles altos para obtener el rendimiento máximo. Rustic Roots Farm. Maine. Ver resumen [aquí](#).

Programa de Cooperadores de Practical Farmers of Iowa. Informes resumen de pruebas en granjas liderados por agricultores (elegidos al azar). Encuentra más informes liderados por agricultores [aquí](#).

- Ajuste de la fertilidad para mejorar el brócoli. Humble Hands Harvest, Wild Woods Farm y Scattergood Friends Farm. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Desmalezado con fuego en soja orgánica. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Cobertura viva para el manejo de malezas en caminos de pimientos morrones. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Fecha de terminación del cultivo de cobertura de trébol para un sistema de centeno-maíz. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Flores anuales como recurso para polinizadores en cucurbitáceas. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Impacto económico y en la salud del suelo de pastorear diferentes mezclas de cultivos de cobertura. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Comparación de sustratos para la calidad de plántulas de hortalizas. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Siembra de maíz en hileras de 60 pulgadas para la siembra de cultivos de cobertura. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Reemplazo del maíz con centeno híbrido en raciones para cerdos de engorde. Iowa. Ver resumen [aquí](#).
- Control orgánico de la taladradora de vid de calabaza en calabazas de invierno. Iowa. Ver resumen [aquí](#).

Asociación de Agricultores Ecológicos de Ontario - Programa de Investigación Liderado por Agricultores. Informes resumidos de pruebas agrícolas dirigidos por agricultores (seleccionados aleatoriamente). Encuentre más informes liderados por agricultores [aquí](#).

- Ensayo de variedades de lechuga Iceberg. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Alternativa a las mezclas iniciales tradicionales de turba. Paper Kite Farm. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Eficacia de los inoculantes micorrícicos en trasplantes de hortalizas. Grenville Farms. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Efectos de enmiendas líquidas y biológicas sobre la emergencia y el rendimiento de cereales de primavera sembrados sin labranza. Orchard Hill Farm. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Evaluación de métodos para la aplicación de nutrientes para prevenir la clorosis en castaños. Summergreen Tree Crops & Mushrooms. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Tomates sin labranza de tres maneras. Jones Family Greens. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Comparación de razas de pollos criados en pastoreo. Burdock Grove. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- ¿La época de siembra de abonos verdes afecta el rendimiento del ajo y el trabajo requerido? Eva Mae Farm - East. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Ensayo de variedades de okra para el sur de Ontario y el sur de Quebec. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).
- Rendimiento de pollos Chantecler con una ración de crecimiento con proteína reducida. D&H Newman Farm. Ontario. Vea el informe resumido [aquí](#).

Apéndice 5 - Otros recursos de investigación en granjas

- El programa de [Investigación y Educación para la Agricultura Sostenible](#) (SARE, por sus siglas en inglés) del USDA cuenta con numerosos recursos relacionados con la investigación en granjas. La publicación [Cómo realizar investigaciones en su granja o rancho](#) de SARE contiene información detallada sobre el diseño experimental, análisis estadístico y consejos prácticos para llevar a cabo una prueba en su granja. Esta publicación también abarca investigaciones en sistemas de pastoreo y ganadería. SARE también ofrece un programa de [becas para productores](#), donde los agricultores pueden solicitar fondos para realizar investigaciones en sus propias granjas. Estas becas se administran por regiones, por lo que cada región tiene sus propios plazos y prioridades de aplicación. Finalmente, SARE mantiene una [base de datos consultable](#) de todas sus becas, realizadas por agricultores, investigadores y estudiantes de posgrado.
- [Practical Farmers of Iowa](#) dirige desde 1987 el Cooperator's Program, una iniciativa de investigación liderada por agricultores. Los productores realizan pruebas en sus granjas y comparten los resultados a través de informes y de una conferencia anual. Puede consultar ejemplos de protocolos e informes de investigación liderada por agricultores en su base de [datos consultable](#).
- La [Asociación de Agricultores Ecológicos de Ontario](#) (EFAO) tiene un programa de investigación liderado por agricultores desde 2016. Su [biblioteca de investigación](#) contiene protocolos e informes de investigaciones lideradas por agricultores.
- Para obtener información más detallada y consejos prácticos, consulte la Guía de investigación en granjas de OFRF ([Organic Farming Research Foundation](#)).
- El Consejo de Forrajes de la Columbia Británica (B.C. Forage Council) produjo una [Guía para la investigación](#) de demostración en granjas, creada específicamente para productores de forraje. Esta guía proporciona orientaciones y hojas de trabajo para asistirle en sus pruebas de forrajes.
- Publicación de Organic Seed Alliance: [Guía del productor para realizar pruebas varietales en finca](#).
- Publicación de la Extensión de la Universidad de Georgia: [Diseño de investigaciones y pruebas de demostración en campos de agricultores](#).
- Publicación de la Universidad Estatal de Oregon: [Experimentar en la finca: Introducción al diseño experimental](#).

Referencias

Nelson, E., Hargreaves, S. y Muldoon, D. (2023). El conocimiento del agricultor como conocimiento formal: Un estudio de caso sobre investigación liderada por agricultores en Ontario, Canadá. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*. Publicación anticipada en línea. Nelson, E., Hargreaves, S., & Muldoon, D. (2023). Farmer knowledge as formal knowledge: A case study of farmer-led research in Ontario, Canada. *Journal of Agriculture, Food Systems; and Community Development*. Advance online publication. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2023.124.010>

Wettasinha C, Waters-Bayer A, van Veldhuizen L, Quiroga G and Swaans K. 2014. Study on impacts of farmer-led research supported by civil society organizations. Penang, Malaysia: CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. Working Paper: AAS-2014-40.

GUÍA PARA AGRICULTORES: COMO REALIZAR INVESTIGACIÓN EN SU CAMPO

Este proyecto cuenta con el apoyo del Programa de Transición a la Producción Orgánica (TOPP, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

TOPP es un programa de la Iniciativa de Transición Orgánica del USDA y es administrado por el Programa Nacional Orgánico (NOP) del Servicio de Comercialización Agrícola (AMS) del USDA.

United States Department of Agriculture
Agricultural Marketing Service
National Organic Program
Transition to Organic Partnership Program



www.ofrf.org