



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

La experimentación agrícola como una estrategia de enseñanza de la biometría en estudiantes del programa de ingeniería agroecológica de la Universidad de la Amazonía

Autor: Santiago Rodriguez Caicedo

Código: 202011001609

Director: Diana María Sánchez Olaya

Codirector: Manuel Francisco Romero Ospina.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo presentar los avances parciales del experimento agrícola que se desarrolló en el departamento del Caquetá, municipio de Florencia, vereda La Viciosa, Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ), de la Universidad de la Amazonía. Participaron 94 estudiantes de la asignatura de biometría del cuarto semestre del programa de ingeniería agroecológica, con el fin de aplicar los principios básicos de la biometría y la estadística como herramientas metodológicas para la solución de problemas en los agroecosistemas. Se aplicó un Diseño de Bloques al Azar (DBCA) con 5 repeticiones donde los tratamientos evaluados fueron: Monocultivo de maíz; Monocultivo de maní y Monocultivo de yuca. Se tomó el índice de crecimiento el índice de área foliar (IAF) y la relación de área foliar (RAF) como índices de crecimiento, se realizó un análisis descriptivo mediante diagramas de caja para determinar la distribución de los tratamientos de los bloques y de los días después del sembrado. Como resultado descriptivo se evidenció la presencia de datos atípicos y de distribuciones asimétricas, igualmente presencia de altas dispersiones. Para la siguiente fase del proyecto se realizará la verificación de los supuestos de: normalidad, varianza constante (igualdad de varianzas en los tratamientos) e independencia.

Palabras clave



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Diseño de Experimentos, Diseño de Bloques al Azar, tratamientos, cultivos, agroecosistemas, p-valor..

Introducción

Los sistemas agrícolas se enfrentan al reto productivo de alimentar a 9 mil millones de personas para el año 2050 (Paut et al., 2020; Muller et al., 2017). Sin embargo, es de resaltar que los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas proponen la diversidad de cultivos (ODS 2) (Garibaldi y Méndez, 2019 <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106358>), a través del aseguramiento de la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicación de prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción (https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf). Una de las propuestas para lograr este objetivo es a través de la implementación de sistemas agroecológicos (Muller et al., 2017), donde los cultivos intercalados combinan especies complementarias con el objetivo de aumentar la diversidad espacial (FAO, sf).

Estos sistemas de cultivos intercalados de especies múltiples se han utilizado como una alternativa a los sistemas agrícolas tradicionales, con el potencial de aumentar la productividad de la tierra y diversificar la producción (Martins et al., 2021). Entre las ventajas de la asociación de cultivos se encuentran: a) el aumento en la productividad por unidad de superficie de los policultivos con respecto a los monocultivos, esta estrategia de manejo permite diversificar la producción a la vez que garantiza un uso más eficiente de espacio, tiempo y recursos, b) reducción de la competencia de la maleza, los efectos dañinos de insectos y enfermedades, c) mayor estabilidad de producción, d) mejor aprovechamiento del espacio agrícola, obteniéndose la máxima eficiencia del sistema productivo y la mínima competencia interespecífica (Colina et al, 2020).



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Una de las asociaciones de cultivos más común es la de maíz (*Zea mays* L.) con yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En un estudio realizado por Colina et al (2020) al evaluar el rendimiento de la asociación de yuca, maíz y topocho (*Musa AAB*) en Venezuela, se encontró que la competencia interespecífica afectó el rendimiento de los cultivos yuca, maíz y topocho en las diferentes asociaciones de cultivos al compararlo con el rendimiento de cada especie bajo la modalidad de monocultivo. Por otra parte, Silva et al (2016), determinaron la productividad de la yuca y otros cultivos en un sistema intercalado, en Brasil, siendo recomendable el sistema intercalado maíz - frijol - yuca para obtener los mayores índices de equivalencia de área. Sibomana et al (2020), evaluaron las ventajas comparativas del sistema de cultivo intercalado de mandioca, maíz y frijol, en relación con los sistemas de monocultivo correspondientes en dos zonas agroecológicas importantes de Burundi, este estudio reveló que el cultivo intercalado de yuca y maíz dio lugar a una mayor eficiencia biológica del uso de la tierra y a un aumento de los parámetros de fertilidad del suelo.

La productividad de un cultivo, en términos biológicos, comienza a definirse desde el inicio del ciclo de producción comercial, y es afectada por una multiplicidad de factores, es entonces, que a partir de mediciones sencillas se han derivado parámetros que permiten estimar, con suficiente precisión, procesos fundamentales que hacen a la productividad (Di Benedetto y Tognetti, 2016). Las hojas funcionales, la producción de materia seca y el índice de superficie foliar son el principal factor de crecimiento que puede reflejarse directamente en el rendimiento de los cereales, siendo los parámetros del análisis de crecimiento, como la tasa de crecimiento de los cultivos (TCC), producto del índice de área foliar (IAF); la tasa de crecimiento relativo (TCR) mide el aumento de la materia seca con una cantidad determinada de material de asimilación en un momento dado y la tasa de



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

asimilación neta (TAN) es la ganancia neta en total materia seca por unidad de superficie foliar por unidad de tiempo (Rajput et al., 2017 – 12. Gutierrez).

Para los sistemas de cultivo intercalado de yuca, maíz y maní aún no se ha realizado ninguna investigación en el sector agrícola para el departamento del Caquetá, por tanto, el objetivo de esta investigación, fue determinar el efecto de los cultivos intercalados de maíz (*Zea mays* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre los índices de crecimiento y la producción, bajo condiciones agroecológicas del municipio de Florencia-Caquetá.

Actualmente, la estadística se ha convertido en una herramienta fundamental en las diferentes ramas de conocimiento como parte esencial de la investigación. Es así, como la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias ACOFACIEN, define que la estadística “es una ciencia matemática que usa la matemática, pero ha llegado a ser “una disciplina diferente”, por tratarse de una ciencia aplicada, que tiene utilidad en la mayor parte de las ciencias humanas y naturales”.

Es así como Foroughbakhch & M (citada en Guashca et al., 2020) expresa que “la estadística surgió en el área de las ciencias naturales; un ejemplo claro se da en la agricultura donde se requiere el uso de dichas herramientas estadísticas para que la productividad de cosechas mantenga un gran rendimiento”. De esta manera la estadística es una herramienta fundamental para alcanzar resultados significativos en la actividad humana. La estadística se implementa en la investigación, particularmente en la agricultura o agroecología; ya que ofrece una amplia gama de técnicas y procedimientos matemáticos, que se aplican en diversas etapas y permite entender, comprender y analizar la investigación en este campo.



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Como lo señala (Badii, et al., 2017) “No existe investigación, proceso o trabajo encaminado a obtener información cuantitativa en general, en la que la estadística no tenga una aplicación”. Es así, que la estadística y la investigación al ser transversales en las diferentes áreas del conocimiento no pueden ir en caminos diferentes, ya que es indispensable para lograr resultados confiables y eficaces en los métodos de investigación.

Por otro lado, la agroecología hace parte de la agricultura como ciencia aplicada, apoyado técnicas y métodos de cultivo orientado ecología y el ambiente. Es indiscutible el gran aporte que ha generado a la humanidad, que se requiere aprender a mejorar las técnicas de cultivo que mejoren la producción y evitar un gran impacto en el medio ambiente. (Álvarez Lorente, 2020), De tal manera, las técnicas y métodos de cultivo requieren de la herramientas estadística y la metodología de la investigación.

Teniendo en cuenta que es primordial poseer conocimientos sólidos de Estadística descriptiva e inferencial, debido a la gran importancia en los trabajos de investigación científica en la producción agropecuaria sostenible. Como lo plantea (Fernández et al., 2013) la introducción de métodos estadísticos de avanzada en la formación del profesional de pre y postgrado, y en proyectos de investigación en esta área (agroecología), permite saltos cualitativos en la Educación Superior y eleva la calidad de las investigaciones científicas.

De igual modo el desarrollo del sector agrícola o agroecología es la principal fuente de desarrollo económico de los países, ya que genera empleos hasta la producción industrial agroalimentaria (González-León, 2020). Así mismo, González-León, (2020) considera que:

“La agricultura siempre será un sector indispensable y de constante trabajo; un ejemplo, es el problema que se enfrenta con la actual pandemia de la enfermedad COVID-19, lo cual ha puesto a prueba la capacidad de las empresas tanto públicas



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

y privadas de los sectores industrial, financiero, alimentario, farmacéutico y de salud “ p(144).

A este respecto, (Núñez L, et al., 2021) señala que “la agricultura moderna se basa en los grandes principios de la revolución verde, es decir sistemas agrícolas compuestos por variedades de alto rendimiento, en monocultivo y con alto gasto de insumos convencionales” p(96).

Esta investigación además está enfocada también en los objetivos de desarrollo sostenibles planteados por las Naciones Unidas, el 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Una de las invitaciones finales es que para alcanzar estas metas es indispensable que cada persona haga su parte, por lo tanto desde esta investigación queremos aportar nuestra parte a estos objetivos planteados por los líderes globales.

A continuación los 17 objetivos de desarrollo sostenible:



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA



Con respecto a estos 17 objetivos, queremos mostrar el siguiente diagrama que nos muestra un poco más agrupados los énfasis de estos objetivos:



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA



Puntualmente para esta investigación, estamos teniendo impacto en los siguientes objetivos:

1. Fin de la pobreza (1).
2. Hambre cero (2).
3. Trabajo decente y crecimiento económico (8).
4. Producción y consumo responsables (12).
5. Vida de ecosistemas terrestres (15).



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Metodología usada

1. Ubicación geográfica del sitio de estudio

El área de estudio se localiza en el departamento del Caquetá, municipio de Florencia, vereda La Viciosa, Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ), de la Universidad de la Amazonía, situada en las coordenadas N1°30'02,3'', W75°39'39,9'' a 260 m.s.n.m, con una humedad relativa del 84,2%, una temperatura promedio de 26°C, precipitación promedio anual de 3.695 mm y un brillo solar de 4,6 horas/día.

2. Diseño experimental a implementar.

Se realizará un Diseño de Bloques al Azar (DBCA) en donde se distribuirán 6 tratamientos con 5 repeticiones. Los tratamientos hacen referencia al establecimiento en monocultivo y en asociación de tres especies: maíz, maní y yuca.

2.1 Delimitación del área y unidad experimental

El área experimental constará de 33 m de largo y 52 m de ancho, cada parcela será de 10 m de largo y 5 m de ancho, con una separación entre tratamientos y entre repeticiones de 0,5 m (Figura 1).

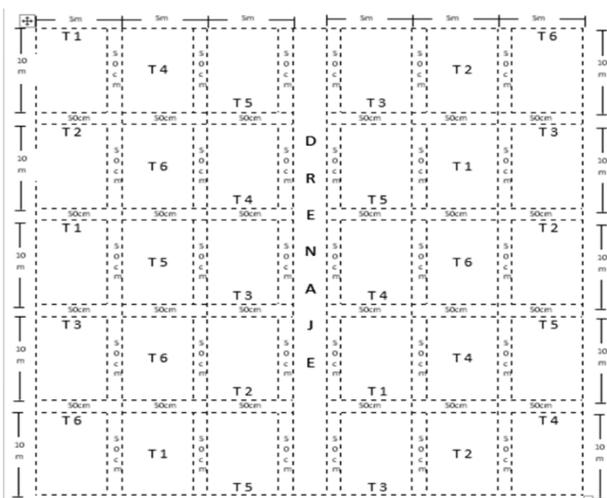


Figura 1. Especificaciones del área experimental



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

2.2 Definición de tratamientos

Los tratamientos a evaluar son:

T1: Monocultivo de maíz

T2: Monocultivo de maní

T3: Monocultivo de yuca

T4: Asociación de maíz y maní

T5: Asociación de maíz y yuca

T6: Asociación de maíz, maní y yuca

2.3 Preparación del terreno

En cada una de las parcelas (unidad experimental -u.e-) se realizarán camellones de 20cm de altura y 30cm de ancho, con el objetivo que se eviten encharcamientos.

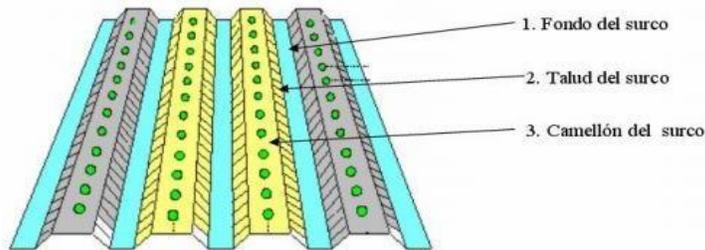


Figura 2. Elaboración de surcos

2.4 Distancias de siembra

T1: Monocultivo de maíz: Distancia de siembra entre plantas: 40 cm

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

T2: Monocultivo de maní: Distancia de siembra entre plantas: 20 cm

Distancia de siembra entre surcos: 60cm



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

T3: Monocultivo de yuca: Distancia de siembra entre plantas: 1m

Distancia de siembra entre surcos: 1,2m

T4: Asociación de maíz y maní: Maíz Distancia de siembra entre plantas: 40 cm

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

Maní (en medio de los surcos de maíz):

Distancia de siembra entre plantas: 20 cm

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

T5: Asociación de maíz y yuca: Maíz Distancia de siembra entre plantas: 40 cm

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

Yuca (en medio de los surcos de maíz):

Distancia de siembra entre plantas: 1m

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

T6: Asociación de maíz, maní y yuca: Maíz Distancia de siembra entre plantas: 40 cm

Distancia de siembra entre surcos: 80 cm

Maní Distancia de siembra entre plantas: 20 cm

Distancia de siembra entre surcos: 2,4 m

Yuca Distancia de siembra entre plantas: 1m

Distancia de siembra entre surcos: 2,4 m

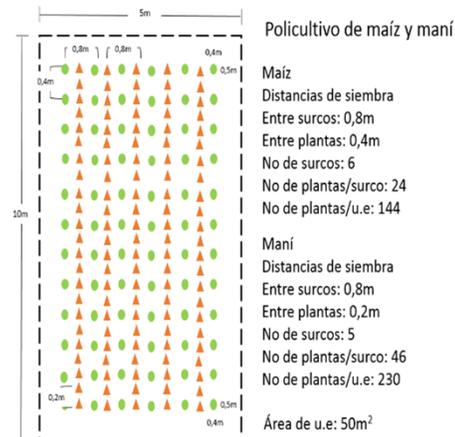
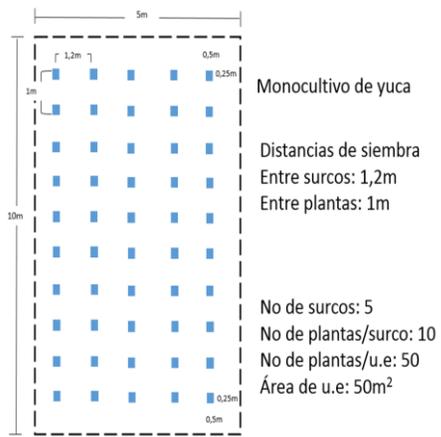
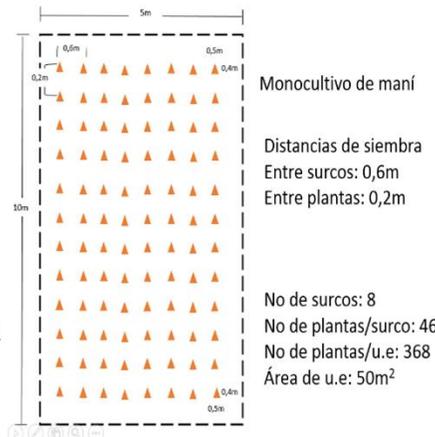
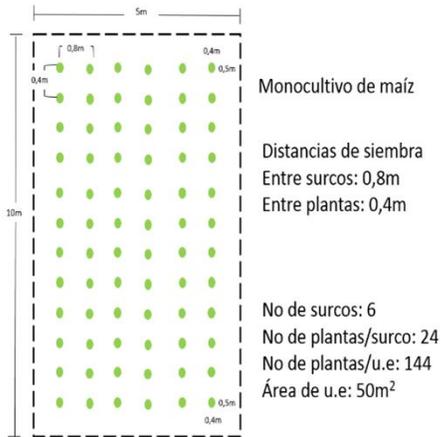


Figura 3. Especificaciones de los tratamientos

2.5 Siembra

La siembra de las especies se realizará en la misma fecha, depositando dos semillas por sitio para maíz y maní, en el caso de la yuca se colocará una estaca de 25 cm de larga con 2 a 3 yemas.

3. Toma de datos

3.1 Unidad observacional: La unidad observacional será la cantidad de plantas a las cuales se les va a realizar la toma de datos, la cual será de 10 plantas de maíz y maní, respectivamente y 5 plantas de yuca. Estas se seleccionan al azar en cada una de las unidades experimentales.

3.2 Frecuencia de toma de datos: Se realizarán muestreos a partir de los 21 días después de la siembra (DDS), con una frecuencia de cada 10 días, hasta los 65 DDS, para un total de 5 muestreos.

4. Parámetros evaluados

4.1 % de germinación: se realizará el conteo de la cantidad de plantas que germinaron en la parcela, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ger de la sp} = (N_{sg}/N_{st}) * 100$$

Donde:

%Ger de la sp: Porcentaje de germinación de plantas de maíz, maní o yuca

Nsg: Número de semillas de maíz, maní o yuca germinadas en la parcela

Nst: Número total de semillas de maíz, maní o yuca sembradas en la parcela



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

4.2 Área del suelo: X y Y: Se traza de forma imaginaria una circunferencia que abarque todos los ápices de las hojas de la planta, con el objetivo de tomar las dimensiones X y Y. De manera horizontal (a lo ancho de la parcela) se toma la medida en X. De manera vertical (a lo largo de la parcela) se toma la medida en Y (Figura 4). La fórmula para calcular el Área del Suelo es: $A_s = \pi * [((X+Y)/4)]^2$



Figura 4: Forma adecuada de medir en campo el área del suelo

4.3 Área foliar de la planta:

- En el pliego de cartulina blanca se definirá un segmento de 10cm.
- Posteriormente se rotuló con el octavo de cartulina el número de cada una de las hojas con su respectivo número de planta (Figura 5).
- Se ubican las hojas de la planta totalmente extendidas en el pliego de cartulina.
- Se toma la fotografía.



Las respectivas fotografías se descargan al computador y se inicia el uso del software Image J.

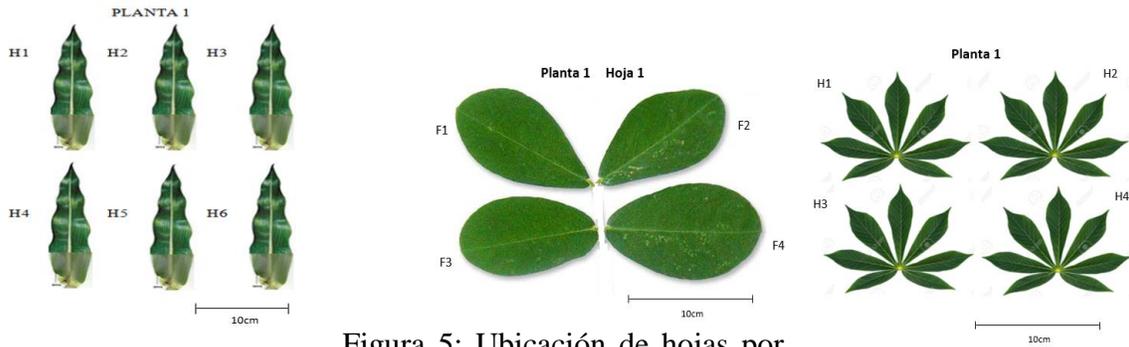


Figura 5: Ubicación de hojas por planta para el cálculo del área foliar en software ImageJ.

4.4 Peso fresco: Se registrará el peso fresco de todas las partes de la planta: hojas, tallo y raíces, utilizando la balanza de triple brazo.

4.5 Peso seco: Se depositarán todas las partes de la planta en bolsas de papel rotuladas con el código del tratamiento, bloque y planta. Estas muestras se colocarán en el horno de secado a 80°C durante 2 días, luego de este tiempo definido, se realiza el registro del peso seco.

4.6 Índices de crecimiento: Se determinaron los índices de crecimiento, a partir de las medidas del área foliar, área del suelo y peso seco de las plantas, para cada una de las especies.

Tabla 1. Índices de crecimiento

ÍNDICE	ECUACIÓN	UNIDADES
TAN	$\square\square\square = \frac{(\square 2 - \square I)}{(\square 2 - \square I)}$ $* \frac{(\square\square\square\square 2 - \square\square\square\square I)}{(\square\square 2 - \square\square I)}$	$g * m^{-2} * día^{-1}$ (Barraza <i>et al</i> , 2004)

TAN: tasa de asimilación neta.

AF: área foliar

W: peso seco

T: tiempo

(Gil y Miranda, 2007)



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

TCR	$\square\square\square = \frac{(\square\square\square 2 - \square\square\square 1)}{(\square 2 - \square 1)}$	$g * g^{-1} * \text{día}^{-2}$
	TCR: tasa de crecimiento relativo W: peso seco T: tiempo	(Barraza <i>et al</i> , 2004)
	(Gil y Miranda, 2007)	
TCC.	$\square\square\square = \frac{\left(\frac{I}{\square\square}\right) * (\square 2 - \square 1)}{(\square 2 - \square 1)}$	$g * m^2 * \text{día.}$
	TCC: tasa de crecimiento del cultivo AS: área de suelo W: peso seco (Gil y Miranda, 2007)	(Barraza <i>et al</i> , 2004)
RAF	$\square\square\square = \frac{\square\square}{\square}$	$\text{Área} * \text{peso}^{-1}$
	RAF: Relación de área foliar AF: Área foliar P: Peso	(Santos, <i>et al</i> . 2010)
	(Hernández <i>et al</i> , 1995)	
IAF	$\square\square\square = \frac{\square\square}{\square\square}$	Adimensional.
	IAF: Índice de área foliar AF: área foliar AS: área del suelo	(Barraza <i>et al</i> , 2004)
	(Gil y Miranda, 2007).	
DAF	$\square\square\square = \frac{(\square\square\square 1 + \square\square\square 3) * (\square 2 - \square 1)}{2}$	Días
	IAF2: Índice de área foliar final IAF1: Índice de área foliar inicial T2: Tiempo final T1: Tiempo inicial	(Barraza <i>et al</i> , 2004)
	(Hernández <i>et al</i> , 1995)	



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

TCA

$$\square\square\square = \frac{(\square 2 - \square I)}{(\square 2 - \square I)} \quad \left(\frac{\square}{\square^2}\right)$$

W1 y W2 : Peso seco medido en dos fechas consecutivas.

(Berroterán y García, 1986)

(Berroterán y García, 1986)

4.7 Producción y rendimiento: Teniendo en cuenta el ciclo productivo de cada una de las especies cultivadas, se cosechará y registrará el peso en una balanza analítica y posteriormente, ese peso se relaciona con el área cosechada para determinar el rendimiento en kg/ha.

4.8 Uso eficiente de la tierra (UET): Se define como el área de terreno requerido bajo monocultivo para producir los rendimientos obtenidos bajo asociación (Hernandez et al., 1999). Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\square\square\square = \frac{\square\square}{\square\square} + \frac{\square\square}{\square\square}$$

Donde:

Pi = Rendimiento del policultivo i

Ui = Rendimiento del unicultivo i

Pj = Rendimiento del policultivo j

Uj = Rendimiento del unicultivo j

5. Modelo estadístico

En general, un diseño de bloques al azar consiste en determinar diferencias entre tratamientos, en los que cada uno de estos es aplicado a distintas Unidades experimentales (UE), en bloques, es decir, en subgrupos homogéneos, que tienen un conjunto de características que generan un problema efectivo de respuesta. Es de anotar, que en este arreglo cada uno de los tratamientos aparece en todos los bloques y cada bloque recibe todos los tratamientos. El objetivo de un diseño de bloques al azar es aislar y eliminar del término de error la variación atribuible a los bloques, con el fin de asegurar que las mediciones hechas sobre las UE que reciben un determinado tratamiento estén libres de los efectos del bloque. De manera particular, un diseño de bloques al azar con muestreo consiste en la toma de muestras dentro de las unidades experimentales (UE).



5.1 Estructura de los datos

A continuación se indica la estructura general del diseño de bloques al azar con muestreo, en el cual se observan t *tratamientos* con b *bloques* y s *muestras* por cada tratamiento t y bloque b .

Tratamiento s	Bloque 1	Bloque2	...	Bloque b
Tratamiento 1	y_{111}	y_{121}	...	y_{1b1}
	y_{112}	y_{122}	...	y_{1b2}

	y_{11s}	y_{12s}	...	y_{1bs}
Tratamiento 2	y_{211}	y_{221}	...	y_{2b1}
	y_{212}	y_{222}	...	y_{2b2}

	y_{21s}	y_{22s}	...	y_{2bs}
...
Tratamiento t	y_{t11}	y_{t21}	...	y_{tb1}
	y_{t12}	y_{t22}	...	y_{tb2}

	y_{t1s}	y_{t2s}	...	y_{tbs}

Cada y_{tbs} es una observación de la variable de salida para el modelo:

$$y_{tbs} = \mu + \alpha_t + \beta_b + \gamma_s + \delta_{tb} + \epsilon_{tbs}$$

con $t = 1, 2, \dots, t$,

$b = 1, 2, \dots, b$,

$s = 1, 2, \dots, s$,



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

para t número de tratamientos, b número de bloques y n número de muestras.

Además,

μ : Promedio general.

τ_t : Efecto del tratamiento $t - \mu$.

β_b : Efecto del bloque $b - \mu$.

ϵ_{tb} : Error experimental con supuestos $E(\epsilon_{tb}) = 0$ y $V(\epsilon_{tb}) = \sigma^2$.

η_{tb} : Error muestral con supuestos $E(\eta_{tb}) = 0$ y $V(\eta_{tb}) = \sigma^2$.

Para ajustar el modelo se cuenta con:

Estimador del promedio $\hat{\mu} = \frac{\sum_{t,b} y_{tb}}{n \cdot b} = \bar{y}_{..}$

Estimadores de los t tratamientos: $\hat{\tau}_t = \frac{\sum_b y_{tb}}{n} - \hat{\mu} = \bar{y}_{t.} - \bar{y}_{..}$

Estimadores de los b bloques: $\hat{\beta}_b = \frac{\sum_t y_{tb}}{n} - \hat{\mu} = \bar{y}_{.b} - \bar{y}_{..}$

Donde, $\sum_{t,b}$: es la suma total de los y_{tb}

\sum_b : es la suma total de los y_{tb} para cada tratamiento t

\sum_t : es la suma total de los y_{tb} para cada bloque b

$\sum_{t,b}$: es la suma total de los y_{tb} por tratamiento t y bloque b

5.2 ANOVA

A continuación se presenta la estructura general que permite evidenciar los resultados de la variabilidad del diseño experimental a partir de la variabilidad de los tratamientos, la variabilidad de los bloques, entre otros. Donde cada **CM** contiene los cuadrados medios de la fuente de variación de interés, que corresponden al cociente entre la suma de los cuadrados **SC** y el número de grados de libertad respectivo. Además, se indica el p-valor obtenido a partir de la distribución F, útil para tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis nula de igualdad de tratamientos, igualdad de bloques, de acuerdo con la fuente de variación observada.



Fuente de variación	gl	SC	CM	F	P_valor
Bloques	$b - 1$	$SCBloq$	$CMBloq = \frac{SCBloq}{b-1}$	F_b	$P(F_{b-1,(t-1)(b-1)} > F_b)$
Tratamiento	$t - 1$	$SCTrat$	$CMTrat = \frac{SCTrat}{t-1}$	F_t	$P(F_{t-1,(t-1)(b-1)} > F_t)$
o					
EE	$(b - 1)(t - 1)$	$SCEE$	$CMEE = \frac{SCEE}{(b-1)(t-1)}$	F_v	$P(F_{(t-1)(b-1),tb(s-1)} > F_v)$
EM	$tb(s - 1)$	$SCEM$	$CMEM = \frac{SCEM}{tb(s-1)}$		
Total	tbs	SCT_{CM}			

Donde,

$SS_B = \sum_{j=1}^b \frac{\bar{y}_{.j}^2}{t} - \frac{\bar{y}_{..}^2}{tbs}$ es la suma de cuadrados de los bloques

$SS_T = \sum_{i=1}^t \frac{\bar{y}_{i.}^2}{b} - \frac{\bar{y}_{..}^2}{tbs}$ es la suma de cuadrados de los tratamientos

$SS_E = \sum_{ijk} y_{ijk}^2 - \sum_{ij} \frac{\bar{y}_{ij.}^2}{b} - \sum_{i.} \frac{\bar{y}_{i.}^2}{b}$ es la suma de cuadrados del error muestral

$SS_{Exp} = \sum_{ij} \frac{\bar{y}_{ij.}^2}{b} - \sum_{j=1}^b \frac{\bar{y}_{.j}^2}{t} - \sum_{i=1}^t \frac{\bar{y}_{i.}^2}{b} + \frac{\bar{y}_{..}^2}{tbs}$ es la suma de cuadrados del error experimental

$SS_{Total} = \sum_{ijk} y_{ijk}^2 - \frac{\bar{y}_{..}^2}{tbs}$ es la suma de cuadrados total

Resultados

1. Tratamientos



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Se cuenta con tres cultivos: maíz, maní y yuca. En cada uno de ellos se tienen en cuenta los siguientes **tratamientos**:

Cultivo de Maíz:

Tratamiento 1: Asociación de maíz y maní

Tratamiento 2: Asociación de maíz y yuca

Tratamiento 3: Asociación de maíz, maní y yuca

Tratamiento 4: Monocultivo de maíz

Cultivo de Maní

Tratamiento 1: Asociación de maíz y maní

Tratamiento 2: Asociación de maíz, maní y yuca

Tratamiento 3: Monocultivo de maní

Cultivo de Yuca

Tratamiento 1: Asociación de maíz y yuca

Tratamiento 2: Asociación de maíz, maní y yuca

Tratamiento 3: Monocultivo de yuca

2. Bloques

Para cada uno de estos cultivos en sus respectivos tratamientos se tienen en cuenta cuatro **bloques** en este caso los “días después del sembrado- DDS”:

15-25

25-35

35-45

45-55



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

3. Variables respuesta del modelo

Las variables de salida del modelo □□□□ son:

DAF: Duración de área foliar

TCA: Tasa de crecimiento absoluto

TRC: Tasa de crecimiento relativo

TAN: Tasa de asimilación neta

TCC: Tasa de crecimiento del cultivo

En total se cuenta con la posibilidad de construir 15 análisis de varianza, ya que por cada una de los tres cultivos se realiza el ANOVA de las cinco variables mencionadas observadas a través de □□□□.

4. Estimación

A continuación se muestra la estructura de datos para uno de los quince análisis de variabilidad, en la cual para el cultivo de Maní se cuenta con los tres tratamientos y los cuatro bloques presentados anteriormente, además de las 5 muestras para cada combinación de tratamiento y bloque, que representa en este caso la variable de salida $y=DAF$.



Tratamientos	Bloque 1: 15-25 DDS	Bloque 2: 25-55 DDS	Bloque 3: 35-45 DDS	Bloque 4: 45-55 DDS
Tratamiento 1	$y_{111} = 1497,3$	$y_{121} = 685,$	$y_{131} = 5200,$	$y_{141} = 9089,85$
Monocultivo de maní	$y_{112} = 1555,65$	$y_{122} = 2659$	$y_{132} = 5080,$	$y_{142} = 8302,05$
	$y_{113} = 591,3$	$y_{123} = 1659$	$y_{133} = 2569,$	$y_{143} = 3293,75$
	$y_{114} = 2261,4$	$y_{124} = 4912$	$y_{134} = 9490,$	$y_{144} = 18862,9$
	$y_{115} = 685,9$	$y_{125} = 1086$	$y_{135} = 1602,$	$y_{145} = 2383,4$
Tratamiento 2	$y_{211} = 1699,3$	$y_{221} = 4080$	$y_{231} = 5847,$	$y_{241} = 7740,75$
Asociación de maíz y maní	$y_{212} = 1200,45$	$y_{222} = 2247$	$y_{232} = 4513,$	$y_{242} = 7740,75$
	$y_{213} = 2852,05$	$y_{223} = 4473$	$y_{233} = 9221,$	$y_{243} = 11837$
	$y_{214} = 849,35$	$y_{224} = 1436$	$y_{234} = 1883,$	$y_{244} = 1984,1$
	$y_{215} = 454,65$	$y_{225} = 494,$	$y_{235} = 1289,$	$y_{245} = 2845,15$
Tratamiento 3	$y_{311} = 1456,8$	$y_{321} = 2320$	$y_{331} = 3554,$	$y_{341} = 3815$
Asociación de maíz, maní y yuca	$y_{312} = 13134,3$	$y_{322} = 1148$	$y_{332} = 5080,$	$y_{342} = 17747,6$
	$y_{313} = 449,05$	$y_{323} = 1061$	$y_{333} = 2021,$	$y_{343} = 2661,7$
	$y_{314} = 981,2$	$y_{324} = 1716$	$y_{334} = 2228,$	$y_{344} = 14067,3$
	$y_{315} = 4852,75$	$y_{325} = 9303$	$y_{335} = 1018,$	$y_{345} = 11845,1$

4.1 Estimaciones finales

Para no hacer este documento tan extenso, a continuación vamos a mostrar de manera resumida las estimaciones y tablas ANOVA:



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

4.1.1 Cultivo maíz - Índice DAF

-ANOVA

Fuente	Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	911879417	303959805.7929	40.19	0
2	Tratamientos	3	154567961	51522653.6781	6.81	0.0108
3	EE	9	68067143	7563015.8484	0.42	0.9186
4	EM	64	1146544112	17914751.7482	--	--
5	Total	79	2281058633	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	1200.4831
2	Asociación de maíz y yuca	1309.0031
3	Asociación de maíz, maní y yuca	-410.6494
4	Monocultivo de maíz	-2098.8369

-Estimación bloques

BLOQUE	bj
1 15-25	-4255.354
2 25-35	-2003.814
3 35-45	1736.376
4 45-55	4522.793

4.1.2 Cultivo maíz - Índice TCA

-ANOVA

Fuente	Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	21.82	7.2719	12.71	0.0014
2	Tratamientos	3	12.06	4.0202	7.02	0.0099
3	EE	9	5.15	0.5724	0.19	0.9948
4	EM	64	196.09	3.0638	--	--
5	Total	79	235.11	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.6105375
2	Asociación de maíz y yuca	-0.1034125
3	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.4668625
4	Monocultivo de maíz	-0.0402625

-Estimación bloques

BLOQUE	bj
1 15-25	-0.8313625
2 25-35	-0.0565125
3 35-45	0.4776375
4 45-55	0.4102375



4.1.3 Cultivo maíz - Índice TRC

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0.06	0.0206	6.49	0.0125
2	Tratamientos	3	0.00	1e-04	0.03	0.9917
3	EE	9	0.03	0.0032	0.4	0.9299
4	EM	64	0.51	0.0079	--	--
5	Total	79	0.60	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.0028501652
2	Asociación de maíz y yuca	-0.0004033335
3	Asociación de maíz, maní y yuca	0.0002012894
4	Monocultivo de maíz	-0.0026481211

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	0.02327032
2	25-35	0.02461441
3	35-45	-0.00396623
4	45-55	-0.04391850

4.1.4 Cultivo maíz - Índice TAN

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	0.55	0.6631
2	Tratamientos	3	0	0	2.48	0.127
3	EE	9	0	0	0.7	0.7029
4	EM	64	0	0	--	--
5	Total	79	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.0001299676
2	Asociación de maíz y yuca	-0.0005052862
3	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.0012458997
4	Monocultivo de maíz	0.0016212183

-Estimación bloques



BLOQUE	bj
1 15-25	-7.722990e-04
2 25-35	-1.133129e-05
3 35-45	1.982067e-04
4 45-55	5.854236e-04

4.1.5 Cultivo maíz - Índice TCC

-ANOVA

Fuente	Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	3.97	0.047
2	Tratamientos	3	0	0	3.82	0.0513
3	EE	9	0	0	0.24	0.9876
4	EM	64	0	0	--	--
5	Total	79	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	2.978305e-04
2	Asociación de maíz y yuca	-1.998886e-04
3	Asociación de maíz, maní y yuca	-1.589633e-04
4	Monocultivo de maíz	6.102133e-05

-Estimación bloques

BLOQUE	bj
1 15-25	-0.0002629535
2 25-35	0.0002120235
3 35-45	0.0001806590
4 45-55	-0.0001297289

4.1.5 Cultivo maní - Índice DAF

-ANOVA

Fuente	Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	292862706	97620901.9101	15.54	0.0031
2	Tratamientos	2	238326328	119163164.0258	18.97	0.0025
3	EE	6	37688286	6281380.9737	0.28	0.9442
4	EM	48	1081123220	22523400.423	--	--
5	Total	59	1650000540	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	-1672.493
2	Asociación de maíz, maní y yuca	2800.994
3	Monocultivo de maní	-1128.501

-Estimación bloques



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

	BLOQUE	bj
1	15-25	-3105.603
2	25-35	-776.520
3	35-45	1008.060
4	45-55	2874.063

4.1.6 Cultivo maní - Índice TCA

-ANOVA

	Fuente_Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	4.33	1.4442	7.26	0.0202
2	Tratamientos	2	2.51	1.2575	6.32	0.0334
3	EE	6	1.19	0.199	0.34	0.9104
4	EM	48	27.85	0.5801	--	--
5	Total	59	35.89	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.26327083
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.23599167
3	Monocultivo de maní	-0.02727917

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	-0.2979958
2	25-35	-0.0895125
3	35-45	0.4355708
4	45-55	-0.0480625

4.1.7 Cultivo maní - Índice TRC

-ANOVA

	Fuente_Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0.05	0.0162	7.86	0.0168
2	Tratamientos	2	0.00	7e-04	0.33	0.7283
3	EE	6	0.01	0.0021	0.43	0.8581
4	EM	48	0.23	0.0048	--	--
5	Total	59	0.29	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.001316617
2	Asociación de maíz, maní y yuca	0.005097506
3	Monocultivo de maní	-0.006414123

-Estimación bloques



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

	BLOQUE	bj
1	15-25	0.02192677
2	25-35	0.01452793
3	35-45	0.01244175
4	45-55	-0.04889645

4.1.7 Cultivo maní - Índice TAN

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	4.21	0.0635
2	Tratamientos	2	0	0	11.44	0.009
3	EE	6	0	0	0.25	0.9565
4	EM	48	0	0	--	--
5	Total	59	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.0005951971
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.0006212780
3	Monocultivo de maní	0.0000260809

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	-0.0001046932
2	25-35	0.0001256868
3	35-45	0.0004987167
4	45-55	-0.0005197103

4.1.8 Cultivo maní - Índice TCC

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	1.48	0.3108
2	Tratamientos	2	0	0	1.02	0.416
3	EE	6	0	0	0.94	0.4777
4	EM	48	0	0	--	--
5	Total	59	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y maní	0.0003151142
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.0001215675
3	Monocultivo de maní	-0.0001935467

-Estimación bloques



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

	BLOQUE	bj
1	15-25	-0.0001411812
2	25-35	0.0001274838
3	35-45	0.0004569669
4	45-55	-0.0004432695

4.1.9 Cultivo yuca - Índice DAF

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	5508047260	1836015753.3753	5.65	0.035
2	Tratamientos	2	2272829408	1136414703.8327	3.5	0.0985
3	EE	6	1950189780	325031629.9572	0.73	0.6286
4	EM	48	21404488799	445926849.9717	--	--
5	Total	59	31135555246	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y yuca	-1918.157
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-6393.557
3	Monocultivo de yuca	8311.713

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	-9795.236
2	25-35	-6430.536
3	35-45	1103.361
4	45-55	15122.411

4.1.10 Cultivo yuca - Índice TCA

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	570.26	190.0855	2.9	0.1237
2	Tratamientos	2	466.26	233.1278	3.56	0.0958
3	EE	6	393.35	65.5584	1.49	0.2008
4	EM	48	2107.84	43.9133	--	--
5	Total	59	3537.70	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y yuca	-2.181625
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-1.752913
3	Monocultivo de yuca	3.934537

-Estimación bloques



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

	BLOQUE	bj
1	15-25	-2.8389625
2	25-35	-1.4463292
3	35-45	-0.9137958
4	45-55	5.1990875

4.1.11 Cultivo yuca - Índice TRC

-ANOVA

	Fuente_Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0.01	0.0018	9.38	0.0111
2	Tratamientos	2	0.00	0.001	5.22	0.0487
3	EE	6	0.00	2e-04	0.26	0.9528
4	EM	48	0.04	7e-04	--	--
5	Total	59	0.04	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y yuca	-0.0069502438
2	Asociación de maíz, maní y yuca	-0.0002798654
3	Monocultivo de yuca	0.0072301092

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	-0.010597613
2	25-35	-0.001467765
3	35-45	-0.003310833
4	45-55	0.015376212

4.1.12 Cultivo yuca - Índice TAN

-ANOVA

	Fuente_Variación	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	4.51	0.0556
2	Tratamientos	2	0	1e-04	6.14	0.0353
3	EE	6	0	0	0.28	0.945
4	EM	48	0	0	--	--
5	Total	59	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y yuca	-0.0018624037
2	Asociación de maíz, maní y yuca	0.0015400691
3	Monocultivo de yuca	0.0003223346



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	-0.0009681006
2	25-35	-0.0006540244
3	35-45	-0.0009280895
4	45-55	0.0025502144

4.1.13 Cultivo yuca - Índice TCC

-ANOVA

	Fuente_Variacion	gl	SC	CM	F_est	P_valor
1	Bloques	3	0	0	2.44	0.1622
2	Tratamientos	2	0	0	11.18	0.0095
3	EE	6	0	0	0.32	0.9246
4	EM	48	0	0	--	--
5	Total	59	0	--	--	--

-Estimación tratamientos

	TRATAMIENTO	ti
1	Asociación de maíz y yuca	-0.0006505224
2	Asociación de maíz, maní y yuca	0.0001867386
3	Monocultivo de yuca	0.0004637838

-Estimación bloques

	BLOQUE	bj
1	15-25	3.072474e-04
2	25-35	5.603397e-05
3	35-45	-4.370158e-04
4	45-55	7.373441e-05

Conclusiones

Al haber realizado múltiples ejercicios de modelamiento, debemos primero realizar un resumen de estos resultados, es importante tener en cuenta que nuestro nivel de confianza es del 95%, por lo tanto para rechazar o no rechazar las estructuras de hipótesis el parámetro será de: $\alpha = 0.05$, tras haber mencionado esto vamos a resumir los resultados encontrado:

1. Tratamientos significativos (en relación a los índices modelados):
 - a. DAF (Cultivo maíz)
 - b. TCA (Cultivo maíz)
 - c. DAF (Cultivo maní)
 - d. TCA (Cultivo maní)



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

- e. TAN (Cultivo maní)
 - f. TRC (Cultivo yuca)
 - g. TAN (Cultivo yuca)
 - h. TCC (Cultivo yuca)
2. Bloques significativos (en relación a los índices modelados):
- a. DAF (Cultivo maíz)
 - b. TCA (Cultivo maíz)
 - c. TRC (Cultivo maíz)
 - d. TCC (Cultivo maíz)
 - e. DAF (Cultivo maní)
 - f. TCA (Cultivo maní)
 - g. TRC (Cultivo maní)
 - h. DAF (Cultivo yuca)
 - i. TRC (Cultivo yuca)

Es muy importante resaltar el hecho de que algunos índices no resultan significativos por poco (P-Valor de 0.0556 (Cultivo yuca - Índice TAN)), esto permite abrir el debate sobre el análisis que comúnmente realizamos en este tipo de modelamiento estadístico, debido a que no es consistente pensar que un valor tan bajo en un p-valor, pueda cambiar radicalmente el resultado probabilístico que se suele dar; Por lo tanto se recomienda retomar este estudio y ampliar el análisis utilizando otros métodos estadísticos (Algunos incluso descriptivos) para poder determinar si se puede tomar estos índices como significativos o no.

Ahora si queremos ver los aportes de estos indicadores en los diferentes tratamientos que resultaron ser significativos bajo el criterio del p-valor encontraremos lo siguiente:

3. Tratamientos significativos (en relación a los índices modelados):
- a. DAF:
 - i. Asociación de maíz y maní (+)
 - ii. Asociación de maíz y yuca (+)
 - iii. Asociación de maíz, maní y yuca (-)
 - iv. Monocultivo de maíz (-)
 - b. TCA (Cultivo maíz)
 - i. Asociación de maíz y maní (+)
 - ii. Asociación de maíz y yuca (-)
 - iii. Asociación de maíz, maní y yuca (-)
 - iv. Monocultivo de maíz (-)
 - c. DAF (Cultivo maní)
 - i. Asociación de maíz y maní (-)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (+)
 - iii. Monocultivo de maní (-)



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

- d. TCA (Cultivo maní)
 - i. Asociación de maíz y maní (+)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (-)
 - iii. Monocultivo de maní (-)
 - e. TAN (Cultivo maní)
 - i. Asociación de maíz y maní (+)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (-)
 - iii. Monocultivo de maní (+)
 - f. TRC (Cultivo yuca)
 - i. Asociación de maíz y maní (-)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (-)
 - iii. Monocultivo de yuca(+)
 - g. TAN (Cultivo yuca)
 - i. Asociación de maíz y maní (-)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (+)
 - iii. Monocultivo de yuca (+)
 - h. TCC (Cultivo yuca)
 - i. Asociación de maíz y maní (-)
 - ii. Asociación de maíz, maní y yuca (+)
 - iii. Monocultivo de yuca (+)
4. Bloques significativos (en relación a los índices modelados):
- a. DAF (Cultivo maíz)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (-)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (+)
 - b. TCA (Cultivo maíz)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (-)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (+)
 - c. TRC (Cultivo maíz)
 - i. 15-25 (+)
 - ii. 25-35 (+)
 - iii. 35-45 (-)
 - iv. 45-55 (-)
 - d. TCC (Cultivo maíz)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (+)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (-)
 - e. DAF (Cultivo maní)



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

- i. 15-25 (-)
- ii. 25-35 (-)
- iii. 35-45 (+)
- iv. 45-55 (+)
- f. TCA (Cultivo maní)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (-)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (-)
- g. TRC (Cultivo maní)
 - i. 15-25 (+)
 - ii. 25-35 (+)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (-)
- h. DAF (Cultivo yuca)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (-)
 - iii. 35-45 (+)
 - iv. 45-55 (+)
- i. TRC (Cultivo yuca)
 - i. 15-25 (-)
 - ii. 25-35 (-)
 - iii. 35-45 (-)
 - iv. 45-55 (+)

Para próximos avances también será interesante ampliar un estudio sobre los bloques estimados en este documento, debido a que en algunos bloques vemos secuencias poco intuitivas que sería importante estudiar más a fondo para lograr entender este fenómeno.

Anexos

4.1 Código

#Paquetes requeridos

```
library("readxl")
```

```
library("tidyverse")
```

```
## -- Attaching packages ----- tidyverse 1.3.1 --
```

```
## v ggplot2 3.3.6 v purrr 0.3.4
```

```
## v tibble 3.1.6 v dplyr 1.0.7
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

```
## v tidyr 1.1.4 v stringr 1.4.0
## v readr 2.1.2 v forcats 0.5.1

## -- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
## x dplyr::filter() masks stats::filter()
## x dplyr::lag() masks stats::lag()

setwd("F:/CONSULTORIAS/SANTIAGO RODRIGUEZ")
```

Unión de la data a partir de las hojas de excel

```
DATOS=excel_sheets("INDICES DAF-TCA-TCR-TAN-TCC.xlsx")%>%
map_df(~read_xlsx("INDICES DAF-TCA-TCR-TAN-TCC.xlsx",.))%>%data.frame()
```

Ajuste de nombres de la data

```
names(DATOS)=c("TRATAMIENTO", "CULTIVO", "MUESTRA", "BLOQUE", "DAF",
" TCA", "TRC", "TAN", "TCC")
names(DATOS)
```

```
## [1] "TRATAMIENTO" "CULTIVO" "MUESTRA" "BLOQUE" "DAF"
## [6] "TCA" "TRC" "TAN" "TCC"
```

DATOS

```
##          TRATAMIENTO CULTIVO MUESTRA BLOQUE  DAF  TCA
## 1  Monocultivo de maíz  Maíz    1 15-25  948.05 0.01100
## 2  Monocultivo de maíz  Maíz    1 25-35 2625.35 0.48100
## 3  Monocultivo de maíz  Maíz    1 35-45 5455.00 0.33100
## 4  Monocultivo de maíz  Maíz    1 45-55 7631.60 1.01800
## 5  Monocultivo de maíz  Maíz    2 15-25  948.05 0.01100
## 6  Monocultivo de maíz  Maíz    2 25-35 2625.35 0.48100
## 7  Monocultivo de maíz  Maíz    2 35-45 5455.00 0.33100
## 8  Monocultivo de maíz  Maíz    2 45-55 7631.60 1.01800
## 9  Monocultivo de maíz  Maíz    3 15-25 3080.15 0.81500
## 10 Monocultivo de maíz  Maíz    3 25-35 7122.80 2.19800
## 11 Monocultivo de maíz  Maíz    3 35-45 10819.85 6.28100
## 12 Monocultivo de maíz  Maíz    3 45-55 12574.75 3.95600
## 13 Monocultivo de maíz  Maíz    4 15-25  273.50 0.02900
## 14 Monocultivo de maíz  Maíz    4 25-35  186.70 0.01200
## 15 Monocultivo de maíz  Maíz    4 35-45  160.00 0.24300
## 16 Monocultivo de maíz  Maíz    4 45-55  265.35 0.75200
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 17	Monocultivo de maíz	Maíz	5	15-25	235.35	0.14200
## 18	Monocultivo de maíz	Maíz	5	25-35	1061.40	0.02300
## 19	Monocultivo de maíz	Maíz	5	35-45	2851.85	0.52700
## 20	Monocultivo de maíz	Maíz	5	45-55	7083.85	1.34400
## 21	Monocultivo de maní	Maní	1	15-25	1497.30	0.13400
## 22	Monocultivo de maní	Maní	1	25-35	2786.10	0.24400
## 23	Monocultivo de maní	Maní	1	35-45	5200.85	0.66400
## 24	Monocultivo de maní	Maní	1	45-55	9089.85	0.71900
## 25	Monocultivo de maní	Maní	2	15-25	1555.65	0.08900
## 26	Monocultivo de maní	Maní	2	25-35	2659.00	0.41600
## 27	Monocultivo de maní	Maní	2	35-45	5080.40	0.70700
## 28	Monocultivo de maní	Maní	2	45-55	8302.05	0.55600
## 29	Monocultivo de maní	Maní	3	15-25	591.30	0.06900
## 30	Monocultivo de maní	Maní	3	25-35	1659.90	0.05400
## 31	Monocultivo de maní	Maní	3	35-45	2569.15	0.96900
## 32	Monocultivo de maní	Maní	3	45-55	3293.75	0.73600
## 33	Monocultivo de maní	Maní	4	15-25	2261.40	0.36400
## 34	Monocultivo de maní	Maní	4	25-35	4912.60	0.29300
## 35	Monocultivo de maní	Maní	4	35-45	9490.20	2.57400
## 36	Monocultivo de maní	Maní	4	45-55	18862.95	0.20900
## 37	Monocultivo de maní	Maní	5	15-25	685.90	0.03600
## 38	Monocultivo de maní	Maní	5	25-35	1086.55	0.24900
## 39	Monocultivo de maní	Maní	5	35-45	1602.35	0.01300
## 40	Monocultivo de maní	Maní	5	45-55	2383.40	0.00200
## 41	Monocultivo de yuca	Yuca	1	15-25	10414.80	2.42700
## 42	Monocultivo de yuca	Yuca	1	25-35	9597.95	6.53900
## 43	Monocultivo de yuca	Yuca	1	35-45	48358.15	6.76200
## 44	Monocultivo de yuca	Yuca	1	45-55	169384.90	43.87200
## 45	Monocultivo de yuca	Yuca	2	15-25	5012.75	4.85600
## 46	Monocultivo de yuca	Yuca	2	25-35	9142.30	13.28500
## 47	Monocultivo de yuca	Yuca	2	35-45	12296.40	1.73400
## 48	Monocultivo de yuca	Yuca	2	45-55	29451.40	35.79800
## 49	Monocultivo de yuca	Yuca	3	15-25	4708.15	0.75000
## 50	Monocultivo de yuca	Yuca	3	25-35	23878.55	1.20000
## 51	Monocultivo de yuca	Yuca	3	35-45	26622.70	18.84000
## 52	Monocultivo de yuca	Yuca	3	45-55	12806.85	13.28000



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 53	Monocultivo de yuca	Yuca	4	15-25	1016.75	0.59500
## 54	Monocultivo de yuca	Yuca	4	25-35	3325.75	0.19800
## 55	Monocultivo de yuca	Yuca	4	35-45	5398.70	0.26100
## 56	Monocultivo de yuca	Yuca	4	45-55	7762.30	2.05400
## 57	Monocultivo de yuca	Yuca	5	15-25	3130.60	0.42500
## 58	Monocultivo de yuca	Yuca	5	25-35	3910.15	0.89300
## 59	Monocultivo de yuca	Yuca	5	35-45	18772.75	1.34300
## 60	Monocultivo de yuca	Yuca	5	45-55	30112.95	0.35700
## 61	Asociación de maíz y maní	Maíz	1	15-25	2102.80	0.02400
## 62	Asociación de maíz y maní	Maíz	1	25-35	6247.80	8.34500
## 63	Asociación de maíz y maní	Maíz	1	35-45	15212.05	0.04100
## 64	Asociación de maíz y maní	Maíz	1	45-55	18425.25	4.28400
## 65	Asociación de maíz y maní	Maíz	2	15-25	2020.80	0.07100
## 66	Asociación de maíz y maní	Maíz	2	25-35	7395.05	0.03900
## 67	Asociación de maíz y maní	Maíz	2	35-45	16398.55	8.71500
## 68	Asociación de maíz y maní	Maíz	2	45-55	18656.35	6.04100
## 69	Asociación de maíz y maní	Maíz	3	15-25	2117.15	0.97600
## 70	Asociación de maíz y maní	Maíz	3	25-35	3315.00	0.20900
## 71	Asociación de maíz y maní	Maíz	3	35-45	4744.90	1.77200
## 72	Asociación de maíz y maní	Maíz	3	45-55	7529.10	0.89200
## 73	Asociación de maíz y maní	Maíz	4	15-25	3403.40	0.71500
## 74	Asociación de maíz y maní	Maíz	4	25-35	7905.35	0.12000
## 75	Asociación de maíz y maní	Maíz	4	35-45	10862.35	0.11900
## 76	Asociación de maíz y maní	Maíz	4	45-55	11861.60	0.06000
## 77	Asociación de maíz y maní	Maíz	5	15-25	115.05	0.02700
## 78	Asociación de maíz y maní	Maíz	5	25-35	128.45	0.01400
## 79	Asociación de maíz y maní	Maíz	5	35-45	540.60	0.14700
## 80	Asociación de maíz y maní	Maíz	5	45-55	6040.35	0.40900
## 81	Asociación de maíz y maní	Maní	1	15-25	1699.30	0.06600
## 82	Asociación de maíz y maní	Maní	1	25-35	4080.45	3.30400
## 83	Asociación de maíz y maní	Maní	1	35-45	5847.50	0.19100
## 84	Asociación de maíz y maní	Maní	1	45-55	7740.75	0.86500
## 85	Asociación de maíz y maní	Maní	2	15-25	1200.45	0.08200
## 86	Asociación de maíz y maní	Maní	2	25-35	2247.10	0.01900
## 87	Asociación de maíz y maní	Maní	2	35-45	4513.10	2.93800
## 88	Asociación de maíz y maní	Maní	2	45-55	7740.75	1.40700



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 89	Asociación de maíz y maní	Maní	3	15-25	2852.05	1.32000
## 90	Asociación de maíz y maní	Maní	3	25-35	4473.40	0.05000
## 91	Asociación de maíz y maní	Maní	3	35-45	9221.25	3.60400
## 92	Asociación de maíz y maní	Maní	3	45-55	11837.00	0.30000
## 93	Asociación de maíz y maní	Maní	4	15-25	849.35	0.12400
## 94	Asociación de maíz y maní	Maní	4	25-35	1436.90	0.01500
## 95	Asociación de maíz y maní	Maní	4	35-45	1883.60	0.17800
## 96	Asociación de maíz y maní	Maní	4	45-55	1984.10	0.01600
## 97	Asociación de maíz y maní	Maní	5	15-25	454.65	0.00900
## 98	Asociación de maíz y maní	Maní	5	25-35	494.35	0.04600
## 99	Asociación de maíz y maní	Maní	5	35-45	1289.60	0.09200
## 100	Asociación de maíz y maní	Maní	5	45-55	2845.15	0.28200
## 101	Asociación de maíz y yuca	Maíz	1	15-25	870.20	0.28200
## 102	Asociación de maíz y yuca	Maíz	1	25-35	1708.80	0.48200
## 103	Asociación de maíz y yuca	Maíz	1	35-45	1444.40	0.44800
## 104	Asociación de maíz y yuca	Maíz	1	45-55	1104.20	0.61200
## 105	Asociación de maíz y yuca	Maíz	2	15-25	3087.40	0.14600
## 106	Asociación de maíz y yuca	Maíz	2	25-35	5127.20	0.44000
## 107	Asociación de maíz y yuca	Maíz	2	35-45	10872.85	3.19000
## 108	Asociación de maíz y yuca	Maíz	2	45-55	21913.60	1.40800
## 109	Asociación de maíz y yuca	Maíz	3	15-25	2976.75	0.06400
## 110	Asociación de maíz y yuca	Maíz	3	25-35	6457.60	0.48900
## 111	Asociación de maíz y yuca	Maíz	3	35-45	15221.80	1.98200
## 112	Asociación de maíz y yuca	Maíz	3	45-55	18733.35	0.42000
## 113	Asociación de maíz y yuca	Maíz	4	15-25	1962.60	0.32000
## 114	Asociación de maíz y yuca	Maíz	4	25-35	5477.30	1.93000
## 115	Asociación de maíz y yuca	Maíz	4	35-45	13649.25	2.68700
## 116	Asociación de maíz y yuca	Maíz	4	45-55	15825.95	1.79600
## 117	Asociación de maíz y yuca	Maíz	5	15-25	932.15	0.03200
## 118	Asociación de maíz y yuca	Maíz	5	25-35	3353.80	0.90300
## 119	Asociación de maíz y yuca	Maíz	5	35-45	6887.45	0.35400
## 120	Asociación de maíz y yuca	Maíz	5	45-55	9585.70	0.75600
## 121	Asociación de maíz y yuca	Yuca	1	15-25	1039.50	0.33400
## 122	Asociación de maíz y yuca	Yuca	1	25-35	1753.60	0.51800
## 123	Asociación de maíz y yuca	Yuca	1	35-45	1375.60	0.46200
## 124	Asociación de maíz y yuca	Yuca	1	45-55	510.10	0.80200



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 125	Asociación de maíz y yuca	Yuca	2	15-25	3542.05	0.22800
## 126	Asociación de maíz y yuca	Yuca	2	25-35	6237.10	0.55000
## 127	Asociación de maíz y yuca	Yuca	2	35-45	14154.60	2.05200
## 128	Asociación de maíz y yuca	Yuca	2	45-55	34154.10	0.99200
## 129	Asociación de maíz y yuca	Yuca	3	15-25	6139.25	0.23300
## 130	Asociación de maíz y yuca	Yuca	3	25-35	10431.35	2.34000
## 131	Asociación de maíz y yuca	Yuca	3	35-45	13643.70	0.05000
## 132	Asociación de maíz y yuca	Yuca	3	45-55	20460.90	5.24975
## 133	Asociación de maíz y yuca	Yuca	4	15-25	3865.85	0.35600
## 134	Asociación de maíz y yuca	Yuca	4	25-35	4886.75	1.40300
## 135	Asociación de maíz y yuca	Yuca	4	35-45	20257.85	0.35700
## 136	Asociación de maíz y yuca	Yuca	4	45-55	32139.45	12.02700
## 137	Asociación de maíz y yuca	Yuca	5	15-25	3633.10	0.79400
## 138	Asociación de maíz y yuca	Yuca	5	25-35	10855.30	0.47500
## 139	Asociación de maíz y yuca	Yuca	5	35-45	17555.25	1.18100
## 140	Asociación de maíz y yuca	Yuca	5	45-55	23872.05	2.74200
## 141	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	1	15-25	1716.05	0.10000
## 142	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	1	25-35	2652.15	2.33600
## 143	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	1	35-45	9370.50	0.14400
## 144	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	1	45-55	12510.05	1.66000
## 145	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	2	15-25	2005.80	0.06800
## 146	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	2	25-35	5521.00	0.84600
## 147	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	2	35-45	10509.40	2.09400
## 148	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	2	45-55	17208.45	1.01000
## 149	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	3	15-25	773.90	0.06000
## 150	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	3	25-35	1178.45	0.16000
## 151	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	3	35-45	1986.10	0.09800
## 152	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	3	45-55	4168.60	0.62000
## 153	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	4	15-25	3759.45	0.14400
## 154	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	4	25-35	5530.30	0.03400
## 155	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	4	35-45	6040.45	0.49000
## 156	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	4	45-55	4945.75	0.95000
## 157	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	5	15-25	2576.60	0.14500
## 158	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	5	25-35	5316.15	0.13700
## 159	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	5	35-45	7257.45	0.36800
## 160	Asociación de maíz, maní y yuca	Maíz	5	45-55	7772.70	0.00800



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 161	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	1	15-25	1456.80	0.09600
## 162	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	1	25-35	2320.80	0.21725
## 163	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	1	35-45	3554.80	0.35100
## 164	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	1	45-55	3815.00	0.27450
## 165	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	2	15-25	13134.30	0.11500
## 166	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	2	25-35	13770.35	0.23400
## 167	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	2	35-45	11480.45	0.59000
## 168	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	2	45-55	17747.60	0.89600
## 169	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	3	15-25	449.05	0.06600
## 170	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	3	25-35	1061.05	0.20400
## 171	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	3	35-45	2021.25	0.06700
## 172	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	3	45-55	2661.70	0.09300
## 173	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	4	15-25	981.20	0.00500
## 174	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	4	25-35	17165.90	0.25200
## 175	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	4	35-45	22287.30	0.48950
## 176	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	4	45-55	14067.30	0.05450
## 177	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	5	15-25	4852.75	0.18700
## 178	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	5	25-35	9303.25	0.29200
## 179	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	5	35-45	10184.60	0.33800
## 180	Asociación de maíz, maní y yuca	Maní	5	45-55	11845.10	0.10100
## 181	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	1	15-25	3241.10	0.19100
## 182	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	1	25-35	6953.25	1.05100
## 183	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	1	35-45	17869.50	3.44275
## 184	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	1	45-55	24930.55	3.67925
## 185	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	2	15-25	1738.65	0.11200
## 186	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	2	25-35	3846.65	0.41700
## 187	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	2	35-45	10607.30	0.84000
## 188	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	2	45-55	26576.70	2.33300
## 189	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	3	15-25	1337.15	0.75700
## 190	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	3	25-35	2272.20	0.12500
## 191	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	3	35-45	5586.80	0.44500
## 192	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	3	45-55	11286.50	0.52000
## 193	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	4	15-25	4621.05	2.32125
## 194	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	4	25-35	6785.45	6.05175
## 195	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	4	35-45	3780.85	2.20700
## 196	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	4	45-55	2245.00	3.35000



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 197	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	5	15-25	1283.65	0.62000
## 198	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	5	25-35	1318.55	0.84300
## 199	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	5	35-45	1923.20	3.90000
## 200	Asociación de maíz, maní y yuca	Yuca	5	45-55	2795.35	8.51400
##	TRC	TAN	TCC			
## 1	0.0147920130	1.189382e-04	2.521067e-05			
## 2	0.1947694271	2.051805e-03	5.857526e-04			
## 3	0.0463745227	6.207964e-04	2.233107e-04			
## 4	0.0761392388	1.338481e-03	4.301653e-04			
## 5	0.0147920130	1.189382e-04	2.521067e-05			
## 6	0.1947694271	2.051805e-03	5.857526e-04			
## 7	0.0463745227	6.207964e-04	2.233107e-04			
## 8	0.0761392388	1.338481e-03	4.301653e-04			
## 9	0.2524037074	3.097431e-03	9.625071e-04			
## 10	0.1247265784	3.182902e-03	2.421923e-03			
## 11	0.1110751880	5.846301e-03	4.476664e-03			
## 12	0.0352362401	3.146215e-03	1.035253e-03			
## 13	0.0411296028	1.066141e-03	1.831513e-04			
## 14	0.0130620182	6.601113e-04	3.778196e-05			
## 15	0.1246914999	1.531498e-02	6.690750e-04			
## 16	0.1164799011	2.925230e-02	6.517602e-04			
## 17	0.1620801671	6.054879e-03	7.106732e-04			
## 18	0.0122167634	2.827098e-04	7.168440e-05			
## 19	0.1290609111	1.927777e-03	6.306422e-04			
## 20	0.1046860384	2.049521e-03	6.071542e-04			
## 21	0.0728514324	8.983397e-04	4.959861e-04			
## 22	0.0663762108	9.291345e-04	5.615136e-04			
## 23	0.0841601462	1.303696e-03	9.131655e-04			
## 24	0.0480021831	8.137597e-04	5.760263e-04			
## 25	0.0503445516	5.798692e-04	4.417597e-04			
## 26	0.1046929055	1.613565e-03	1.088863e-03			
## 27	0.0743347835	1.442432e-03	1.100731e-03			
## 28	0.0345334924	6.781257e-04	6.109011e-04			
## 29	0.0583947889	1.209194e-03	4.176128e-04			
## 30	0.0297251523	4.253174e-04	2.026268e-04			
## 31	0.1725314370	3.795020e-03	2.290188e-03			



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

32 0.0485051001 2.318989e-03 1.219622e-03
33 0.1756041387 1.710297e-03 9.851710e-04
34 0.0510370975 6.228785e-04 3.324945e-04
35 0.1506651011 2.798789e-03 1.809079e-03
36 0.0061282546 1.155557e-04 6.530076e-05
37 0.0587786665 5.324003e-04 2.332345e-04
38 0.1404643500 2.336982e-03 1.242471e-03
39 0.0038637793 8.183050e-05 4.218006e-05
40 0.0005813970 8.531349e-06 3.138257e-06
41 0.0298775265 2.560768e-03 1.893025e-03
42 0.0528190211 8.008890e-03 4.651003e-03
43 0.0353696114 2.462523e-03 2.032076e-03
44 0.1075977211 2.789881e-03 4.792505e-03
45 0.0567176838 1.089317e-02 2.841295e-03
46 0.0781275928 1.464181e-02 3.330445e-03
47 0.0068375069 1.420177e-03 2.119350e-04
48 0.0860528114 1.348386e-02 2.304832e-03
49 0.0067441281 1.614104e-03 3.897465e-04
50 0.0099254958 6.615408e-04 2.814610e-04
51 0.0909654588 8.092397e-03 3.136307e-03
52 0.0351397887 1.042973e-02 1.278628e-03
53 0.0130510198 6.984172e-03 3.324973e-03
54 0.0039908561 6.527616e-04 6.849814e-04
55 0.0050285080 4.844555e-04 4.357521e-04
56 0.0326382314 2.703251e-03 6.470481e-04
57 0.0082068612 1.650999e-03 8.646794e-04
58 0.0153196785 2.379893e-03 1.300419e-03
59 0.0193603836 1.081836e-03 8.931606e-04
60 0.0045727375 1.195999e-04 1.413095e-04
61 0.0165896677 1.164766e-04 4.932650e-05
62 0.3991810904 1.526768e-02 6.715889e-03
63 0.0004810804 2.814518e-05 1.376691e-05
64 0.0406440090 2.335398e-03 1.218556e-03
65 0.0789997007 3.540726e-04 6.817077e-05
66 0.0262364264 6.457070e-05 2.960039e-05
67 0.3962108470 5.420200e-03 4.050875e-03



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

68 0.0518785753 3.246810e-03 1.715156e-03
69 0.2640009257 4.808111e-03 1.256835e-03
70 0.0181369629 6.346667e-04 1.558094e-04
71 0.0878110747 3.787241e-03 1.551552e-03
72 0.0257889074 1.208660e-03 5.943352e-04
73 0.2826655944 4.210974e-03 7.089779e-04
74 0.0146603474 1.530632e-04 5.121443e-05
75 0.0126832871 1.104772e-04 4.686453e-05
76 0.0058325567 5.064497e-05 1.809212e-05
77 0.0526093096 2.972802e-03 6.074153e-04
78 0.0192371893 1.419714e-03 5.169147e-05
79 0.1042923383 3.111385e-03 3.250634e-04
80 0.1030248546 1.015204e-03 4.941402e-04
81 0.0585105698 4.399986e-04 3.164943e-04
82 0.3143052391 8.450813e-03 4.746917e-03
83 0.0053838561 3.270164e-04 1.379350e-04
84 0.0212993420 1.132720e-03 6.572061e-04
85 0.0833599016 7.199191e-04 2.984125e-04
86 0.0123132685 8.655237e-05 5.655536e-05
87 0.2939935916 6.838407e-03 5.089272e-03
88 0.0374028335 1.842471e-03 1.069005e-03
89 0.2440274496 5.092723e-03 2.917195e-03
90 0.0033993756 1.118355e-04 6.441094e-05
91 0.1226445660 4.284397e-03 6.179751e-03
92 0.0057158414 2.557668e-04 3.915686e-04
93 0.0727048732 1.897441e-03 7.050740e-04
94 0.0060624622 1.044353e-04 3.934586e-05
95 0.0529474183 9.679609e-04 4.091831e-04
96 0.0036285160 8.174504e-05 2.943873e-05
97 0.0207639365 1.984113e-04 1.203785e-04
98 0.0672093771 9.382423e-04 5.209193e-04
99 0.0682451891 8.047798e-04 4.529492e-04
100 0.0922721622 1.021394e-03 6.032728e-04
101 0.1927891644 3.285623e-03 3.721904e-04
102 0.0900407686 2.976679e-03 2.841183e-04
103 0.0439366660 3.679803e-03 2.262351e-04



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

104 0.0395895657 6.177169e-03 3.592271e-04
105 0.0824483183 4.902034e-04 1.968868e-04
106 0.0990398704 8.704547e-04 2.606489e-04
107 0.1715084102 3.140003e-03 1.397941e-03
108 0.0308920233 6.614352e-04 4.344122e-04
109 0.0448761914 2.309959e-04 8.716668e-05
110 0.1325139938 7.876136e-04 3.638782e-04
111 0.1380270247 1.394397e-03 8.030521e-04
112 0.0147221245 2.262670e-04 1.247573e-04
113 0.1717651497 1.931710e-03 3.033676e-04
114 0.1783175726 3.746538e-03 1.054363e-03
115 0.0769269748 2.107833e-03 9.892090e-04
116 0.0306526758 1.156670e-03 4.537227e-04
117 0.0599118231 3.968776e-04 1.746450e-04
118 0.2618731427 3.034791e-03 1.315493e-03
119 0.0310018026 5.244536e-04 2.153372e-04
120 0.0450615073 7.917063e-04 3.522979e-04
121 0.0085847701 3.213312e-03 8.653344e-04
122 0.0120079248 3.144429e-03 7.851788e-04
123 0.0096143861 4.641856e-03 6.161314e-04
124 0.0147667122 1.708972e-02 5.822402e-04
125 0.0042197230 7.142916e-04 1.831011e-04
126 0.0095013586 8.872611e-04 2.720336e-04
127 0.0291301093 1.592486e-03 7.747698e-04
128 0.0115262072 3.056443e-04 2.061702e-04
129 0.0065964194 4.604272e-04 2.377911e-04
130 0.0495364245 2.243409e-03 1.119600e-03
131 0.0008312600 3.727830e-05 1.438182e-05
132 0.0625491222 2.595272e-03 1.080955e-03
133 0.0065081441 9.583608e-04 3.370440e-04
134 0.0221797513 2.874230e-03 1.042843e-03
135 0.0049377381 2.342270e-04 1.262105e-04
136 0.0964348027 3.759454e-03 2.124442e-03
137 0.0133127796 2.343379e-03 1.432777e-03
138 0.0071918989 4.847491e-04 2.938649e-04
139 0.0159167813 6.735631e-04 3.742749e-04



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

140 0.0293892501 1.167699e-03 6.803137e-04
141 0.1791759469 6.339514e-04 1.692712e-04
142 0.3018797546 6.904285e-03 1.832146e-03
143 0.0056977435 1.711020e-04 7.595135e-05
144 0.0493757715 1.336474e-03 6.001115e-04
145 0.0451985124 3.475037e-04 1.305675e-04
146 0.1709113852 1.713820e-03 7.080787e-04
147 0.1107606888 2.017365e-03 8.364977e-04
148 0.0279896809 6.021250e-04 7.178216e-04
149 0.1609437912 9.647397e-04 9.304115e-04
150 0.1142097401 1.364265e-03 1.261465e-03
151 0.0348556976 5.371265e-04 1.216972e-04
152 0.1051472414 1.533168e-03 5.178715e-04
153 0.1545924507 3.963858e-04 1.331774e-03
154 0.0170411201 6.171594e-05 1.036237e-04
155 0.1181133312 8.112475e-04 3.386775e-04
156 0.0851733352 1.948391e-03 4.150673e-04
157 0.1376037861 6.742121e-04 2.138913e-04
158 0.0534260216 2.611274e-04 1.162763e-04
159 0.0747532367 5.096462e-04 1.641777e-04
160 0.0011379924 1.030054e-05 2.076258e-06
161 0.0965887673 6.591434e-04 4.687924e-04
162 0.0876140555 9.882706e-04 4.325841e-04
163 0.0664189272 9.902502e-04 2.206696e-04
164 0.0321747800 7.196087e-04 1.257350e-04
165 0.1222549190 1.544642e-04 7.299049e-04
166 0.0890186080 2.461708e-04 1.117314e-03
167 0.0910733759 7.107089e-04 5.793321e-04
168 0.0645951489 5.096812e-04 1.491226e-03
169 0.2028148247 1.473082e-03 2.518951e-03
170 0.1304056263 2.236472e-03 3.943153e-03
171 0.0214535177 3.341378e-04 1.687731e-04
172 0.0237449947 3.511978e-04 1.797299e-04
173 0.0141078598 5.534726e-05 6.381046e-05
174 0.2032294763 2.504849e-04 4.987307e-04
175 0.0988771766 2.388819e-04 5.590645e-04



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

```
## 176 0.0067580714 3.911850e-05 4.142179e-05
## 177 0.1676879193 5.787869e-04 1.046755e-03
## 178 0.0819588279 3.139640e-04 9.416081e-04
## 179 0.0499264801 3.322594e-04 7.794790e-04
## 180 0.0111042020 8.549591e-05 1.646165e-04
## 181 0.0047093627 6.075802e-04 1.877620e-04
## 182 0.0225645236 1.832050e-03 7.299171e-04
## 183 0.0507832488 2.011265e-03 1.281568e-03
## 184 0.0354561849 1.476331e-03 9.635739e-04
## 185 0.0024364921 6.445533e-04 1.588635e-04
## 186 0.0085828645 1.206584e-03 2.204870e-04
## 187 0.0153305014 8.515765e-04 2.635172e-04
## 188 0.0332718524 9.366753e-04 2.634848e-03
## 189 0.0135835099 6.202621e-03 5.201140e-03
## 190 0.0020756245 5.528395e-04 4.749823e-04
## 191 0.0070580217 8.929147e-04 2.996551e-04
## 192 0.0076620674 4.695552e-04 2.368361e-04
## 193 0.0664540669 6.688008e-03 5.296474e-03
## 194 0.0817895012 9.051180e-03 4.698081e-03
## 195 0.0185424526 6.223928e-03 1.326083e-03
## 196 0.0228649836 1.492507e-02 1.226448e-03
## 197 0.0153386446 4.944591e-03 1.014634e-03
## 198 0.0176763325 6.569851e-03 5.751422e-04
## 199 0.0559368647 2.038002e-02 1.278871e-03
## 200 0.0660260315 3.100332e-02 1.825796e-03
```

4.1.2 Cálculo ANOVA

4.1.2.1 Conteos

#Nombre de los tratamientos

```
Tr=B%>%group_by(TRATAMIENTO)%>%summarise(length(TRATAMIENTO))%>%
data.frame();Tr[1]
```

```
##          TRATAMIENTO
## 1  Asociación de maíz y maní
## 2  Asociación de maíz y yuca
## 3  Asociación de maíz, maní y yuca
## 4      Monocultivo de maíz
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

```
#Número de los tratamientos
```

```
t=nrow(Tr);t
```

```
## [1] 4
```

```
#Nombre de los Bloques
```

```
Bl=B%>%group_by(BLOQUE)%>%summarise(length(BLOQUE))%>%data.frame();Bl
```

```
[1]
```

```
## BLOQUE
```

```
## 1 15-25
```

```
## 2 25-35
```

```
## 3 35-45
```

```
## 4 45-55
```

```
#Número de los Bloques
```

```
b=nrow(Bl);b
```

```
## [1] 4
```

```
#Identificador de la muestra
```

```
Mu=B%>%group_by(MUESTRA)%>%summarise(length(MUESTRA))%>%data.frame()  
();Mu[1]
```

```
## MUESTRA
```

```
## 1 1
```

```
## 2 2
```

```
## 3 3
```

```
## 4 4
```

```
## 5 5
```

```
#Número de la muestra
```

```
s=nrow(Mu);s
```

```
## [1] 5
```

4.1.2.2 Totales

```
#suma total
```

```
y...= sum(B$Yijk);y...
```

```
## [1] 484049.2
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

#suma por bloque

```
y.j.= B%>%group_by(BLOQUE)%>%summarise(Y.j.=sum(Yijk))%>%data.frame();y.j.
```

```
## BLOQUE Y.j.  
## 1 15-25 35905.2  
## 2 25-35 80936.0  
## 3 35-45 155739.8  
## 4 45-55 211468.1
```

#suma por tratamiento

```
yi..=
```

```
B%>%group_by(TRATAMIENTO)%>%summarise(Yi..=sum(Yijk))%>%data.frame();  
yi..
```

```
## TRATAMIENTO Yi..  
## 1 Asociación de maíz y maní 145021.95  
## 2 Asociación de maíz y yuca 147192.35  
## 3 Asociación de maíz, maní y yuca 112799.30  
## 4 Monocultivo de maíz 79035.55
```

#cada y

```
yijk=B%>%select(Yijk);yijk
```

```
## Yijk  
## 1 948.05  
## 2 948.05  
## 3 3080.15  
## 4 273.50  
## 5 235.35  
## 6 2102.80  
## 7 2020.80  
## 8 2117.15  
## 9 3403.40  
## 10 115.05  
## 11 870.20  
## 12 3087.40  
## 13 2976.75  
## 14 1962.60  
## 15 932.15  
## 16 1716.05  
## 17 2005.80  
## 18 773.90  
## 19 3759.45
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

20 2576.60
21 2625.35
22 2625.35
23 7122.80
24 186.70
25 1061.40
26 6247.80
27 7395.05
28 3315.00
29 7905.35
30 128.45
31 1708.80
32 5127.20
33 6457.60
34 5477.30
35 3353.80
36 2652.15
37 5521.00
38 1178.45
39 5530.30
40 5316.15
41 5455.00
42 5455.00
43 10819.85
44 160.00
45 2851.85
46 15212.05
47 16398.55
48 4744.90
49 10862.35
50 540.60
51 1444.40
52 10872.85
53 15221.80
54 13649.25
55 6887.45
56 9370.50
57 10509.40
58 1986.10
59 6040.45
60 7257.45
61 7631.60



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

```
## 62 7631.60
## 63 12574.75
## 64 265.35
## 65 7083.85
## 66 18425.25
## 67 18656.35
## 68 7529.10
## 69 11861.60
## 70 6040.35
## 71 1104.20
## 72 21913.60
## 73 18733.35
## 74 15825.95
## 75 9585.70
## 76 12510.05
## 77 17208.45
## 78 4168.60
## 79 4945.75
## 80 7772.70
```

#suma de la cantidad de las muestras por tratamiento y bloque

yij.=

```
B%>%group_by(TRATAMIENTO,BLOQUE)%>%summarise(Yij.=sum(Yijk))%>%dat
a.frame();yij.
```

`summarise()` has grouped output by 'TRATAMIENTO'. You can override using the
`.groups` argument.

```
##          TRATAMIENTO BLOQUE  Yij.
## 1  Asociación de maíz y maní 15-25 9759.20
## 2  Asociación de maíz y maní 25-35 24991.65
## 3  Asociación de maíz y maní 35-45 47758.45
## 4  Asociación de maíz y maní 45-55 62512.65
## 5  Asociación de maíz y yuca 15-25 9829.10
## 6  Asociación de maíz y yuca 25-35 22124.70
## 7  Asociación de maíz y yuca 35-45 48075.75
## 8  Asociación de maíz y yuca 45-55 67162.80
## 9  Asociación de maíz, maní y yuca 15-25 10831.80
## 10 Asociación de maíz, maní y yuca 25-35 20198.05
## 11 Asociación de maíz, maní y yuca 35-45 35163.90
## 12 Asociación de maíz, maní y yuca 45-55 46605.55
## 13      Monocultivo de maíz 15-25 5485.10
## 14      Monocultivo de maíz 25-35 13621.60
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

## 15	Monocultivo de maíz	35-45	24741.70
## 16	Monocultivo de maíz	45-55	35187.15

4.1.2.3 Sumas de cuadrados

$$SCB = \text{sum}(((y.j.[,2])^2)/(t*s)) - ((y...^2)/(t*b*s)); SCB$$

[1] 911879417

$$SCT = \text{sum}(((y.i.[,2])^2)/(b*s)) - ((y...^2)/(t*b*s)); SCT$$

[1] 154567961

$$SCEM = \text{sum}(yijk^2) - \text{sum}(yij.[,3]^2)/s; SCEM$$

[1] 1146544112

$$SCEE = \text{sum}(yij.[,3]^2)/s - \text{sum}(((y.i.[,2])^2)/(b*s)) - \text{sum}(((y.j.[,2])^2)/(t*s)) + ((y...^2)/(t*b*s)); SCEE$$

[1] 68067143

$$SCTCM = \text{sum}(yijk^2) - ((y...^2)/(t*b*s)); SCTCM$$

[1] 2281058633

4.1.2.4 Cuadrados medios

$$CMB = SCB/(b-1); CMB$$

[1] 303959806

$$CMT = SCT/(t-1); CMT$$

[1] 51522654

$$CMEE = SCEE/((t-1)*(b-1)); CMEE$$

[1] 7563016

$$CMEM = SCEM/(t*b*(s-1)); CMEM$$

[1] 17914752



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

4.1.2.5 Valor P

```
P_valor0=round(1-pf(CMB/CMEE,b-1,(t-1)*(b-1)),4);P_valor0 # Bloques
## [1] 0

P_valor1=round(1-pf(CMT/CMEE,t-1,(t-1)*(b-1)),4);P_valor1 #Tratamientos
## [1] 0.0108

P_valor2=round(1-pf(CMEE/CMEM,(t-1)*(b-1),t*b*(s-1)),4);P_valor2 #EE y EM
## [1] 0.9186
```

4.1.2.6 ANOVA

```
Fuente_Variacion=c("Bloques","Tratamientos","EE","EM","Total")
gl=c(b-1,t-1,(b-1)*(t-1),t*b*(s-1),t*b*s-1)
SC=round(c(SCB,SCT,SCEE,SCEM,SCTCM),2)
CM=c(round(CMB,4),round(CMT,4),round(CMEE,4),round(CMEM,4),"--")
F_est=c(round((CMB/CMEE),2),round((CMT/CMEE),2),round((CMEE/CMEM),2),"--", "--")
P_valor=c(P_valor0,P_valor1,P_valor2,"--","--")
ANOVA=data.frame(Fuente_Variacion,gl,SC,CM,F_est,P_valor);ANOVA

## Fuente_Variacion gl SC CM F_est P_valor
## 1 Bloques 3 911879417 303959805.7929 40.19 0
## 2 Tratamientos 3 154567961 51522653.6781 6.81 0.0108
## 3 EE 9 68067143 7563015.8484 0.42 0.9186
## 4 EM 64 1146544112 17914751.7482 -- --
## 5 Total 79 2281058633 -- -- --
```

4.1.3 Estimaciones de parámetros

4.1.3.1 Estimación del promedio

```
n..= dim(yijk)[1]
mu= y../n..; mu

## [1] 6050.614
```



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

4.1.3.2 Estimadores del los

tratamientos

#Tratamiento

$n_i = b * s$ *#i: número de tratamientos*

$t_i = y_i..[2] / n_i - \mu$

`data.frame(Tr[1],ti)`

```
##          TRATAMIENTO      ti
## 1  Asociación de maíz y maní 1200.4831
## 2  Asociación de maíz y yuca 1309.0031
## 3 Asociación de maíz, maní y yuca -410.6494
## 4      Monocultivo de maíz -2098.8369
```

4.1.3.3 Estimadores de los *b* bloques

#Bloques

$n_j = t * s$ *#i: número de tratamientos*

$b_j = y.j.[2] / n_j - \mu$

`data.frame(BI[1],bj)`

```
## BLOQUE    bj
## 1 15-25 -4255.354
## 2 25-35 -2003.814
## 3 35-45 1736.376
## 4 45-55 4522.793
```

Referencias (Citadas en el artículo)

Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., Gonzalez, L., Bruno, C., Córdoba, M., & Casanoves, F. (2012). Estadística y Biometría. Ilustraciones del uso de Infostat en problemas de agronomía. Universidad Nacional de Córdoba.

Díaz, J. R. (2017). Biometría: estadística para la ciencia de la vida. Indagare, (5), 44-45.



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Di Benedetto, A., & Tognetti, J. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 42(3), 258-282.

Figueroa Gualteros, A. M., Castro Triviño, E. A., & Castro Salazar, H. T. (2019). Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*). *Acta Biológica Colombiana*, 24(1).

García, A. T., Ardisana, E. H., del Valle, G. H., García, J. C., & Téllez, O. F. (2017). Efectos del BIOSTAN® en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (18), 25-35.

Gil, A. I., & Miranda, D. (2007). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 1(2), 142-153.

Hernández, M. S., Casas, A. E., Martínez, O., & Galvis, J. A. (1995). Análisis y estimación de parámetros e índices de crecimiento del árbol de maraco (*Theobroma bicolor* H. BK) a primera floración. *Agronomía Colombiana*, 12(2), 182-191.

Montero Torres, J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 112-125.

Pallares, R. S. E., & Rodríguez, C. P. (2020). Evaluación de la germinación del polen de *Zea mays* a través de metodologías in vitro en Santa Marta, Colombia. *Intropica*, 137-143.

Santos, J. A., Narváez, L., Salcedo, S. M., Acevedo, A. N., Mercado, L. C., & Salcedo, J. G. (2019). Fisiología del cultivo de yuca en el bosque seco tropical de Sucre-Colombia. *Temas Agrarios*, 24(1), 17-26.



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Baracaldo, A. D. P., Ibagué, A., & Flórez, V. J. (2010). Tasas e índices de crecimiento a segundo pico de cosecha en clavel estándar cv. Nelson cultivado en suelo y en sustratos. *Agronomía Colombiana*, 38(2), 209-217.

Intagri. (s. f.). El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz | Intagri S.C. Recuperado 4 de mayo de 2021, de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20%C3%A1rea%20foliar,tambi%C3%A9n%20expresado%20en%20m2>.

Paranhos, J. T., Dutra, L. M. C., Marchezan, E., & Aude, M. I. D. S. (1991). Índice de área foliar de três cultivares de arroz irrigado. *Ciência Rural*, 21(1), 35-41.

González-león, Y. (2020). Agricultura sostenible: herramienta para la soberanía alimentaria. *Mujeres en la Ciencia Ciencias ambientales, uso de recursos*, 142–153. <https://doi.org/10.35429/h.2020.8.142.153>

Fernández, L., Lara, A. M., Pereyra, A. M., Guerra, W., & de Calzadilla, J. (2013). Estadística Aplicada a la Ingeniería Agrícola ya las Ciencias Agropecuarias. Su contribución en la docencia, investigación y transferencia de conocimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 84-88.

Ramírez Ríos, A., & Polack Peña, A. M. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19). <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.597>

Escribano, P., Hummel, A., & Milano, C. (2020). El papel de la economía informal en los proyectos agroecológicos durante el COVID-19. *Horizontes Antropológicos*, 26(58), 437–461. <https://doi.org/10.1590/s0104-71832020000300014>

Nunez, L., Lucati, L., & Pietrarelli, L. (2021). Evaluación Del Cultivo Agroecológico De Maíz, Poroto Y Zapallito En Policultivo. *Nexo Agropecuario*, 9(Número 1), 96–104. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revhttp://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/33007>



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Altieri, M., & Toledo, V. (2011). La revolución agroecológica en América Latina. Segui buscando en la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO <http://biblioteca.clacso.edu.ar>, 163.

Barrantes Aguilar, L. E. (2019). Diferencias en la estimación del coeficiente de curtosis en diferentes softwares estadísticos. *Revista e-Agronegocios*, 5(2). <https://doi.org/10.18845/rea.v5i2.4456>

Tello-Cifuentes, L., & Díaz-Paz, J. P. (2021). Análisis de la contaminación ambiental usando técnicas de teledetección y análisis de componentes principales. *TecnoLógicas*, 24(50), e1710. <https://doi.org/10.22430/22565337.1710>

Aguirre, J. F., Kohashi-Shibata, J., Trejo, C. L., & Acosta-Gallegos, J. (2015). Respuesta fisiológica del frijol *Phaseolus vulgaris* L. a la sequía, en un sistema de raíz dividida. *Agronomía Mesoamericana*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.15517/am.v10i1.17995>

Arredondo Hoyos, A. K., & Castañeda-Sánchez, D. (2020). El modelamiento en la floricultura. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(2), 80–92. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.86791>

ACOFACIEN. (s. f.). *Quiénes Somos / Estadística*. <http://www.acofacien.org/index.php/circuitos-de-disciplina/114-estadistica>. Recuperado 29 de julio de 2021, de <http://www.acofacien.org/index.php/circuitos-de-disciplina/114-estadistica>

Guashca, A. D. J., Campoverde, I. H. L., & Salazar, J. L. L. (2020). La importancia de la estadística para el éxito de resultados en una investigación. *Espirales. Revista multidisciplinaria de investigación*, 3(1), 32–41. <https://doi.org/10.31876/is.v3i1.9>



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Badii, M., Castillo, J., Landeros, L., & Cortez, K. (2017). Papel de la estadística en la investigación científica. *Revista Innovaciones de Negocios*, 4(7), 107–145. <https://doi.org/10.29105/rinn4.7-5>

Álvarez Lorente, T. (2020). La agroecología más allá de una agricultura ecológica. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 17(2), 301–319. <https://doi.org/10.22231/asyd.v17i2.1347>

Rindskopf, D., & Shiyko, M. (2010). Measures of Dispersion, Skewness and Kurtosis. *International Encyclopedia of Education*, 267–273. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-044894-7.01344-0>

Kim, J. S., & Dailey, R. J. (2007). Measures of Central Tendency, Dispersion, and Skewness. *Biostatistics for Oral Healthcare*, 27–53. <https://doi.org/10.1002/9780470388303.ch3>

Gallego, L., Hernandez, L., Orjuela, H., & Araque, O. (2020). Aplicación de la técnica de componentes principales en la determinación de variables de activos ambientales. *Información tecnológica*, 31(6), 125–132. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000600125>

de Zaballa, D. A., & Carriegos, M. (2021). Análisis de componentes principales (ACP), una aproximación basada en proyectos. *Investigación en Ciberseguridad*, 327–334. https://doi.org/10.18239/jornadas_2021.34.65

Bolaños Guerrero, F. (2011). R Project: su aplicación como software libre para análisis en componentes principales. *Actualidades Investigativas en Educación*, 11(4), 1–18. <https://doi.org/10.15517/aie.v11i4.10231>