

Universidad Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación de *Urochloa Brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) como Cultivo de
Cobertura, con Cuatro Fechas de Siembra, en Asocio con Maíz para
Ensilaje (*Zea Mays* L.) Sembrado en Dos Arreglos Espaciales**

Estudiante

Elba Rebeca González Tobar

Asesores

Rony Muñoz, M.Sc.

Ángel Suazo, M.A.E.

Honduras, octubre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Experimento.....	13
Descripción y Distribución de los Tratamientos	13
Diseño y Establecimiento de los Cultivos.....	15
Variables Evaluadas	16
Crecimiento del Maíz	16
Desarrollo del Maíz	16
Rendimiento del Maíz.....	17
Densidad de Plantas de <i>Urochloa brizantha</i>	17
Porcentaje de Cobertura Vegetal del suelo.....	17
Diseño y Análisis Estadístico	18
Resultados y Discusión.....	19
Crecimiento y Desarrollo del Maíz.....	19
Rendimiento del Maíz.....	20
Densidad de Plantas de <i>Urochloa brizantha</i>	21
Porcentaje de Cobertura del Suelo de la <i>Urochloa brizantha</i>	22
Rendimiento de la <i>Urochloa brizantha</i>	24
Conclusiones	26

	4
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	28
Anexos.....	31

Índice de Cuadros

Cuadro 3.....20

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del lote del experimento para evaluar <i>Urochloa brizantha</i> como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en Universidad Zamorano, Honduras.	13
Figura 2 Dimensiones de las unidades experimentales según cada arreglo espacial del maíz para ensilaje en el experimento para evaluar <i>Urochloa brizantha</i> como cultivo de cobertura, en Zamorano, Honduras.....	15

Índice de Anexos

Anexo A Distribución al azar de las diferentes unidades experimentales en el lote de Zona II, según el tiempo al que fue sembrada la <i>Urochloa brizantha</i>	31
--	----

Resumen

En este estudio se evaluó la *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje (*Zea mays* L.). La *U. brizantha* fue sembrada en cuatro tiempos diferentes en dos arreglos espaciales de maíz. Se evaluó el crecimiento, desarrollo y rendimiento en materia fresca del maíz; y la densidad de plantas, porcentaje de cobertura del suelo y rendimiento en materia fresca y seca de la *U. brizantha*. El experimento se llevó a cabo en un lote de Zona II, en la Universidad Zamorano, Honduras. Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, resultando en un experimento factorial de 2 (arreglos) \times 4 (fechas de siembra de *U. brizantha*). Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias Duncan. No se encontró diferencias significativas en los resultados de rendimiento de materia fresca de maíz. En el crecimiento y desarrollo del maíz, porcentaje de cobertura y rendimiento en materia fresca y seca de *U. brizantha* sí se encontró diferencias significativas en el factor de arreglos de siembra, obteniendo mayores resultados el arreglo a doble hilera en las variables evaluadas en maíz, y el arreglo a hilera simple en las variables evaluadas en *U. brizantha*. En la densidad de plantas de *U. brizantha* se encontró diferencia significativa en el factor tiempo de siembra, siendo la siembra después del corte de maíz la que obtuvo mayor densidad.

Palabras clave: Asocio, brachiaria, cultivo de cobertura, maíz, urochloa.

Abstract

This study evaluated *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) as a cover crop in association with silage corn (*Zea mays* L.). *U. brizantha* was planted on four different dates in two corn arrangements. The growth, development, and fresh matter yield of corn; as well as the plant density, soil cover percentage, and fresh and dry matter yield of *U. brizantha* were evaluated. The experiment was conducted on a plot in Zone II at Zamorano University, Honduras. A split-plot design arrangement in randomized complete block with four replicates was used, resulting in a 2 (arrangements) × 4 (*U. brizantha* planting dates) factorial experiment. Statistical analysis was performed using analysis of variance (ANDEVA) and Duncan's multiple range test. No significant differences were found in the fresh matter corn yield results. In growth and development of corn, percentage of coverage, and fresh and dry matter yield of *U. brizantha*, significant differences were found in the planting arrangement factor, with the double row arrangement obtaining higher results in the corn variables and the single row arrangement in the *U. brizantha* variables. In plant density of *U. brizantha*, a significant difference was found in the planting date factor, with planting after corn harvest obtaining the highest density.

Keywords: Association, brachiaria, corn, cover crop, urochloa.

Introducción

A nivel mundial, alrededor de 1660 millones de hectáreas de tierra agrícola sufren degradación provocada por el ser humano (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021). En Latinoamérica, se estima que la porción de suelos que se encuentran degradados alcanza un 75% (FAO, 2024). Las principales amenazas a la salud del suelo en la región son la erosión, cambios en el carbono orgánico del suelo, salinización, desbalance de nutrientes, pérdida de biodiversidad y compactación, entre otros (FAO y Panel Técnico Intergubernamental de Suelos [ITPS], 2015). En Honduras, según datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (como se citó en Espinal, 2024), este problema afecta a más del 40% de los suelos agrícolas.

Entre los factores determinantes directos de la degradación de suelo provocada por el ser humano se encuentran el manejo de las tierras de pastoreo, terrenos de cultivo, forestería, quemas de tierras, y el desarrollo urbano e industrial (Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas [IPBES], 2018). La erosión de suelos y cambios en los niveles de carbono orgánico del suelo en Latinoamérica son causadas principalmente por la deforestación, pérdida de cobertura del suelo, sobrepastoreo, cultivos intensivos, malas prácticas agrícolas y cambios en el uso de la tierra (FAO y ITPS, 2015).

El maíz para ensilaje es un cultivo de gran importancia dado su uso para la alimentación del ganado, razón por la cual se encuentra ampliamente extendido en el continente. En Zamorano, se ha usado generalmente la siembra de maíz en hileras simples, no obstante, recientemente se ha considerado la siembra en hileras dobles. Múltiples estudios se han llevado a cabo sobre los beneficios de la siembra a doble hilera en maíz, aunque los resultados han sido variados. En general, lo que se busca al utilizar una siembra a doble hilera es una mayor producción debido a una menor competencia entre plantas por luz, nutrientes y agua (Alimuddin et al., 2020).

Sin embargo, el cultivo de maíz para ensilaje tiene un impacto sobre la salud del suelo al removerse prácticamente toda la biomasa que cubre el suelo a la cosecha, además de incrementar la

compactación, el potencial de erosión del suelo; y, por otro lado, reducir su capacidad de retención de agua, cantidad de materia orgánica y microorganismos (Anderson et al., 2021). Se estima que en Estados Unidos se pierde una libra de suelo por cada libra de grano producido en los cultivos de maíz en general, siendo esto mayor en los terrenos con maíz para ensilaje (Bogges, 2016).

Ante esta problemática, en los últimos años ha aumentado la preocupación general por la preservación y regeneración de suelos, con la ayuda de gran variedad de métodos como la implementación de labranza mínima o cero, la rotación y diversificación de cultivos, y el uso de cultivos de cobertura. Los cultivos de cobertura son introducidos a los sistemas productivos con el fin de aprovechar los diversos beneficios que estos pueden proveer (Teasdale, 2004). Entre estos su capacidad de moderar la temperatura del suelo, reducir la tasa de evaporación, reducir la formación de costras en el suelo y la erosión y limitar el crecimiento de malezas (Walia y Kay, 2022). Cabe destacar también los beneficios económicos que pueden aportar, permitiendo una reducción en los costos, potencialmente aumentando la productividad y los rendimientos, y sirviendo ellos mismos como una posible nueva fuente de ingresos (Sustainable Agriculture Network, 1998).

Existen muchas especies utilizadas como cultivos de cobertura. Actualmente, entre los más comúnmente sembrados en la región se encuentran las leguminosas, empleadas principalmente con el fin de aprovechar su capacidad de fijación de nitrógeno en el suelo. En Zamorano estos también son muy utilizados, con una frecuente implementación e investigación en cultivos como *Crotalaria juncea* L., *Cannavalia ensiformis* (L.), *Dolichos lablab* (L. ex Sweet) y *Mucuna pruriens* (L.), tanto en lotes en rotación con maíz y sorgo, como en plantaciones forestales.

Sin embargo, también pueden utilizarse especies de otras familias como cobertura, como por ejemplo especies del género *Urochloa*, pertenecientes a la familia de las gramíneas. Las gramíneas poseen una mayor relación Carbono:Nitrógeno que las leguminosas. Dado que una alta relación C:N resulta en una descomposición del material más lenta, el Carbono puede almacenarse por periodos

más largos de tiempo en el suelo (Sharifi et al., 2024), lo cual puede ser una ventaja de las gramíneas sobre las leguminosas.

A lo largo de los años, diversas especies del género *Urochloa* ha crecido en relevancia como componentes de las tierras de pastoreo en América, Asia, África, el Pacífico y norte de Australia, siendo *U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. humidicola* y *U. dictyoneura* de las especies más frecuentemente observadas (Castilblanco, 2005). Durante miles de años se ha hecho uso de estas especies en pastoreo en África, y no fue hasta los años 60 que sus propiedades como forraje comenzaron a llamar la atención en otras partes del mundo (Oyola, 2006).

En países como Brasil o Colombia, el género *Urochloa* ha ido cobrando importancia desde su introducción a principios de los años 70 (Velásquez y Cuesta P., 1990), siendo usada mayormente como cultivo forrajero para ganado bovino, y en sistemas agroforestales, lo cual ha venido a resultar en un mayor interés en la especie, motivando investigación al respecto (Boddey et al., 1996).

Sin embargo, también es posible utilizar estas especies como cultivos de cobertura. Así pues, la siembra directa de maíz sobre *Urochloa humidicola* se ha convertido en una oportunidad para los productores, debido al gran aporte de residuos de cosecha para la ganadería en sistemas mixtos, la protección del suelo contra la erosión y el bajo costo energético (Bravo, 1995). De la misma forma, en Brasil se estima que sistemas de asocio de maíz y *Urochloa brizantha*, usada como forraje y cultivo de cobertura, se han adoptado en alrededor de 17.4 millones de hectáreas (Khoiri et al., 2025). Además, se ha encontrado que *Urochloa brizantha* puede llegar a aportar la eficiencia en el uso del nitrógeno por parte del cultivo al mejorar la estructura del suelo, facilitando su retención (Galdos et al., 2020).

Los objetivos de este estudio fueron evaluar el establecimiento, desarrollo y rendimiento de *U. brizantha* como cultivo de cobertura sembrada en cuatro fechas en asocio con maíz, y evaluar su efecto en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz para ensilaje sembrado en dos arreglos espaciales.

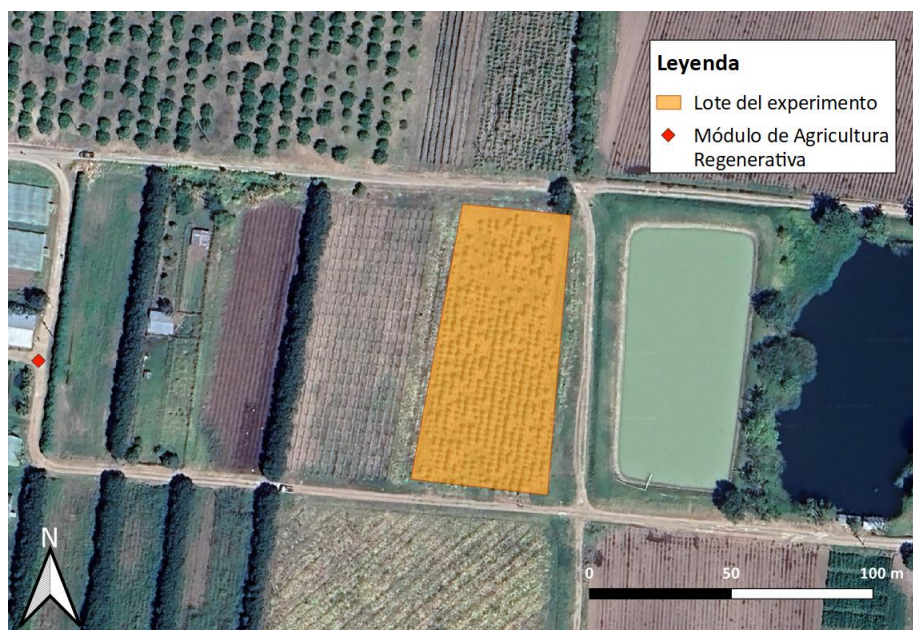
Materiales y Métodos

Ubicación del Experimento

El experimento fue llevado a cabo en Zona II, ubicada en la Universidad Zamorano, localizada en el Valle del Yegüare, km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras (Figura 1). Localizado geográficamente en 14°00'32.8" Latitud Norte y 87°00'08.9" Longitud Oeste, a una altura de 750 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm, y una temperatura promedio de 26°C (Morales, 2022). El experimento inició el 4 de septiembre de 2024 y culminó el 14 de mayo de 2025.

Figura 1

*Ubicación del lote del experimento para evaluar *Urochloa brizantha* como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en Universidad Zamorano, Honduras.*



Nota. Creado en QGIS.

Descripción y Distribución de los Tratamientos

El experimento consistió en evaluar cuatro tiempos diferentes de siembra para la *Urochloa brizantha* en asocio con maíz para ensilaje, los cuales fueron: a 26, 34, 44 días después de la siembra

(DDS) del maíz, y una última siembra un día después del corte del maíz. El maíz se sembró en dos arreglos diferentes: hilera doble (HD) e hilera simple (HS) (Cuadro 1). La siembra se realizó a una densidad de 100,000 plantas por hectárea.

Cuadro 1

Tratamientos en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, a partir de los factores arreglo espacial del maíz y fecha de siembra de la U. brizantha, realizado en la Universidad Zamorano, Honduras.

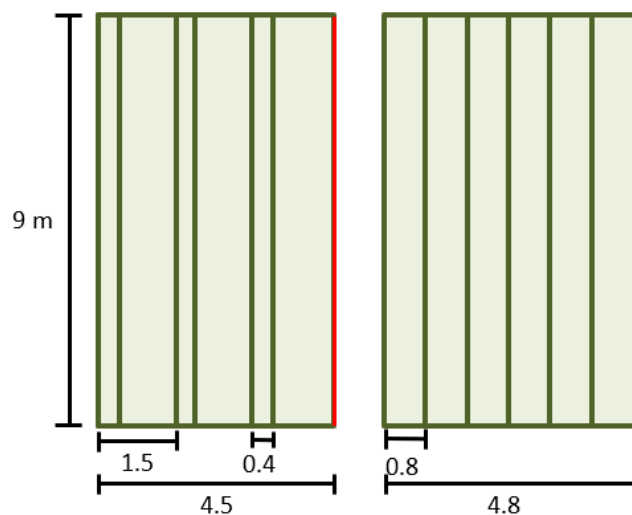
Tratamientos	Arreglo de siembra	Fecha de siembra de <i>U. brizantha</i> (DDS)	Abreviatura
1	Hilera doble	26	HD-26
2		34	HD-34
3		44	HD-44
4		Corte del maíz	HD-C
5	Hilera simple	26	HS-26
6		34	HS-34
7		44	HS-44
8		Corte del maíz	HS-C

Nota. DDS (Días después de siembra del maíz). HD (Hilera doble). HS (Hilera simple). C (siembra al corte del maíz)

El lote fue dividido en dos, sembrándose cada mitad en cada uno de los arreglos. Las unidades experimentales ubicadas en el lado sembrado en doble hilera tuvieron un área de 40.5 m², mientras que las sembradas en hilera simple 43.2 m² (Figura 2). No hubo espacio entre las unidades experimentales de cada repetición, y entre cada repetición se estableció una calle de 1 m de ancho. Las unidades experimentales fueron repartidas al azar en cada bloque (Anexo A).

Figura 2

Dimensiones de las unidades experimentales según cada arreglo espacial del maíz para ensilaje en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura, en Zamorano, Honduras.



Diseño y Establecimiento de los Cultivos

La siembra del maíz se llevó a cabo el 4 de septiembre de 2024, siendo la mitad del terreno sembrada en hilera doble y la otra en hilera simple. Se utilizó la variedad NK-4015 VIP3, habiendo sido tratada la semilla con el insecticida-fungicida Cruiser® Advanced 54,5 FS a una dosis de 150 mL/ha. Se fertilizó a la siembra con 12-24-12 a una dosis de 272.16 kg/ha y se hizo una segunda fertilización al día 28 con Urea a una dosis de 272.16 kg/ha. El 6 de septiembre se realizó la medición y delimitación de las unidades experimentales y las calles entre repeticiones. Cada unidad experimental fue delimitada con estacas de madera en cada esquina y cabuya entre las estacas.

Además, se realizó una aplicación de glifosato “Glifo One® 36 SL” a una dosis de 3L/ha para el control de malezas en el maíz en estadio V3, 13 días después de la siembra. El corte del maíz fue realizado con machete, 66 días después de siembra, encontrándose en estadio R2. Para la prevención de Mancha de Asfalto se hicieron dos aplicaciones, a los 25 y 40 DDS, del fungicida Aztrostar a una dosis de 500 mL/ha.

La siembra de *Urochloa brizantha* se realizó en 4 fechas: 26, 34, 44 DDS de maíz, y un día después corte del maíz. La semilla se sembró manualmente, al voleo, con una dosis de siembra de 5.5 kg/ha. Para cada fecha, antes de la siembra se realizó una moderada preparación del suelo de las unidades experimentales con azadón, con el fin de promover un mejor establecimiento de la semilla. Una vez esparcida la semilla, se procedió a cubrirla con compost, se procedió a cubrirla con compost, proporcionado por la unidad de Agricultura Regenerativa, a una dosis de alrededor de 1.22 kg/m².

Variables Evaluadas

Para el estudio se midieron variables tanto en el maíz como la *U. brizantha*. En el maíz se evaluó el crecimiento, desarrollo y rendimiento en materia fresca. En la *U. brizantha* se evaluó la densidad de plantas, el porcentaje de cobertura y el rendimiento en materia fresca y seca.

Crecimiento del Maíz

El crecimiento del maíz está relacionado con el aumento de tamaño de la planta o alguna de sus partes, y se ve afectado por diversos factores, tales como: temperaturas, disponibilidad de agua y nutrientes, el estrés y la competencia (Ortez y Licht, 2024). En el estudio se midió el crecimiento tomando la altura hasta la última lígula visible de 10 plantas al azar por cada unidad experimental, en 2 ocasiones: a los 46 y 65 DDS.

Desarrollo del Maíz

El desarrollo del maíz se refiere al proceso de la planta mientras atraviesa las distintas fases fisiológicas (Ortez y Licht, 2024). Los estadios vegetativos del maíz se pueden identificar mediante el número de lígulas visibles. La lígula es una banda ubicada en la base de la hoja, cerca del punto donde esta se une al tallo. Las hojas no completamente expandidas y sin lígulas visible no son contadas en este método. El maíz entra en su fase reproductiva después de completar la emergencia de la panoja (Bayer Crop Science, 2020). En el experimento se registró el desarrollo haciendo un conteo de hojas visual de 10 plantas al azar por cada unidad experimental en 2 fechas, a los 46 y 65 DDS.

Rendimiento del Maíz

El rendimiento del maíz fue medido en materia fresca luego de la cosecha, a los 66 DDS. El corte se realizó manualmente con machete. Se tomó una muestra de 1 m² de maíz, cortado a 30 cm de altura, de cada unidad experimental y se midió su peso fresco con una balanza de plataforma digital.

Densidad de Plantas de *Urochloa brizantha*

La densidad de plantas fue medida por unidad experimental. Se realizó un conteo de todas las plantas en una calle por unidad experimental. En el caso de las unidades experimentales sembradas a hilera doble, esto representó un área de 9.9 m², y 7.2 m² en las sembradas en hilera simple. Este dato luego se convirtió a plantas por hectárea.

Porcentaje de Cobertura Vegetal del suelo

Una vez emergió la *Urochloa brizantha* se midió el porcentaje de cobertura vegetal del suelo en seis fechas por medio fotos en la aplicación CANOPEO. Esta calcula el porcentaje de cobertura a partir del área verde en la imagen (Easlou, 2015), por lo que se hizo un desmalezado previo de las calles centrales. Las fotos fueron tomadas en la calle central de cada unidad experimental.

Rendimiento en Materia Fresca y Seca de la *Urochloa brizantha*

El rendimiento de la *U. brizantha* fue medido en materia fresca y seca a los 180 días de la cosecha del maíz. Para la medición de materia fresca se pesó una muestra tomada de los 3 metros centrales de cada unidad experimental, representando un área de 13.5 m² en unidades experimentales sembradas a doble hilera, y 14.4 m² en hilera simple. Estas muestras fueron pesadas en una báscula electrónica multifunciones 40 kg, Truper. Para la medición de materia seca se tomó una submuestra de 200g de cada muestra de materia fresca. Estas fueron secadas al horno por 2 días a 70 °C, y posteriormente pesadas con una báscula Compass™ CX, Ohaus.

Diseño y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar con 4 repeticiones, resultando en un experimento factorial de 2 (arreglos espaciales de maíz) × 4 (fechas de siembra de *Urochloa brizantha*). Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias Duncan para la identificación de diferencias estadísticas entre tratamientos. Se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.4.

Resultados y Discusión

Crecimiento y Desarrollo del Maíz

En el Cuadro 2 se observa que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las dos fechas, 46 y 65 DDS. De la misma forma, tampoco se encontraron diferencias entre los diferentes tiempos de siembra de la *U. brizantha*. Sin embargo, al comparar los arreglos, sí hubo una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) tanto en el crecimiento como desarrollo del maíz, obteniendo el maíz sembrado a doble hilera niveles más altos de crecimiento y desarrollo tanto a los 46 como a los 65 DDS. Estos datos contrastan con los obtenidos por Hernández (2019), quien obtuvo mayores valores en altura y desarrollo en los tratamientos sembrados en hilera simple, a comparación de los sembrados en hilera doble.

Cuadro 2

Altura y número de hojas del maíz medidos a los 46 y 65 DDS, en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Altura		Número de hojas	
	46 DDS	65 DDS	46 DDS	65 DDS
HD-26	140.4	241.6	13.5	19.6
HD-34	142.7	236.5	13.2	19.8
HD-44	136.8	236.1	13.0	19.7
HD-C	129.1	235.8	12.3	19.5
HS-26	98.8	212.2	11.2	17.8
HS-34	109.6	206.3	11.7	17.7
HS-44	99.0	203.5	11.2	16.9
HS-C	117.1	221.6	11.8	18.1
Valor P	0.1318	0.1332	0.0774	0.5720
Arreglo				
Doble hilera	137.2 a	237.5 a	13.0 a	19.6 a
Hilera simple	106.1 b	210.9 b	11.5 b	17.6 b
Valor P	0.0005	0.0029	0.0135	0.0080
Tiempo de siembra de <i>U. brizantha</i>				
26	119.6	228.7	12.3	18.7

Tratamientos	Altura		Número de hojas	
	46 DDS	65 DDS	46 DDS	65 DDS
34	126.2	226.9	12.4	18.7
44	117.9	221.4	12.1	18.3
C	123.1	219.8	12.1	18.8
Valor P	0.5887	0.1262	0.5963	0.6716
Arreglo x Tiempo de siembra B				
Valor P	0.1318	0.1332	0.0774	0.5720
CV	10.51898	3.64064	5.45206	5.12362

Nota. Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Hilera doble (HD). Hilera simple (HS). Siembra al corte del maíz (C).

Es posible que la variación entre los dos arreglos se deba a irregularidades del lote, que presentaba un área con frecuente encharcamiento en su lado este, pudiendo afectar el desarrollo de las plantas en arreglo de hilera simple que se encontraban en esa área del terreno.

Rendimiento del Maíz

En el Cuadro 3 se puede observar que no hubo ninguna diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a rendimiento del maíz en materia fresca (MF). A pesar de que en crecimiento y desarrollo sí se encontró una diferencia en cuanto al arreglo, y que en el cuadro se pueden observar que la media del rendimiento de hilera doble es mayor, estos resultados no tuvieron una diferencia significativa. En cuanto a esto, es similar a lo reportado por Hernández (2019), quien, a pesar de haber encontrado diferencias entre los arreglos en crecimiento y desarrollo, esto no se vio reflejado en una diferencia significativa en el rendimiento. Así mismo, Intriago y Torres (2018), y Vásquez et al. (2016) también reportaron que no hubo diferencia significativa entre arreglos de siembra en cuanto al rendimiento del maíz.

Cuadro 3

Rendimiento de maíz, medido como materia fresca, cosechado a los 66 DDS, en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Rendimiento (tn MF/ha)
HD-26	42.940
HD-34	38.404
HD-44	35.682
HD-C	37.194
HS-26	35.531
HS-34	31.335
HS-44	40.672
HS-C	41.730
Valor P	0.2149
Arreglo	
Doble hilera	38.556
Hilera simple	37.318
Valor P	0.3764
Tiempo de siembra de <i>U. brizantha</i>	
26	39.236
34	34.870
44	38.178
C	39.463
Valor P	0.6146
Arreglo x Tiempo de siembra B	
Valor P	0.2149
CV	20.26549

Nota. DDS (Días después de siembra del maíz). HD (Hilera doble). HS (Hilera simple). Siembra al corte del maíz (C).

Densidad de Plantas de *Urochloa brizantha*

En el Cuadro 4 se refleja el conteo de plantas reflejado en plantas por hectárea por cada tratamiento. No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, al evaluarse solamente los tiempos sí se encontró diferencias significativas, siendo la *U. brizantha* sembrada un día después corte del maíz la que obtuvo un mayor conteo de plantas, seguida por la sembrada a 26 días después de la siembra del maíz. Así mismo, a pesar de no haber diferencias estadísticas, es posible observar que el arreglo de hilera simple tiene una media de densidad de plantas mayor que la hilera doble.

Cuadro 4

Densidad de plantas de Urochloa brizantha medida a 25, 65 y 74 DDC, en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Número de plantas / ha		
	25 DDC	65 DDC	74 DDC
HD-26	64074	75926	81296
HD-34	49444	60185	61111
HD-44	67222	82407	86296
HD-C	127407	123148	127593
HS-26	99306	136458	144444
HS-34	32986	51042	52431
HS-44	83507	91319	91319
HS-C	178125	163542	169444
Valor P	0.0934	0.3657	0.3187
Arreglo			
Doble hilera	77037	85417	89074
Hilera simple	98481	110590	114410
Valor P	0.0768	0.1536	0.1635
Tiempo de siembra de <i>U. brizantha</i>			
26	81690 b	106192 ab	112870 ab
34	41215 c	55613 c	56771 c
44	75365 b	86863 bc	88808 bc
C	152766 a	143345 a	148519 a
Valor P	<0.0001	0.0044	0.0027
Arreglo x Tiempo de siembra B			
Valor P	0.0934	0.3657	0.3187
CV	29.55992	42.49576	40.93897

Nota. Días después del corte del maíz (DDC). HD (Hilera doble). HS (Hilera simple). Siembra al corte del maíz (C). Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Porcentaje de Cobertura del Suelo de la *Urochloa brizantha*

Entre los resultados obtenidos durante el experimento se pudo observar que en ninguno de los tratamientos la *U. brizantha* comenzó su desarrollo antes del corte de maíz, es solamente a partir de esta fecha que las plantas comenzaron a emerger y desarrollarse. Es posible que la sombra del maíz haya inhibido la germinación de la semilla. En un estudio realizado por Martins et al. (2019), se

encontró que el asocio con maíz redujo la producción de forraje de la *U. brizantha*, reflejando que la sombra sí puede llegar a afectar a la planta. Esto podría explicar que, aun si no hay diferencias significativas en los resultados, las medias de la *U. brizantha* sembrada al corte del maíz tienden a tener valores mayores, al no haber sido afectada por la sombra del maíz. No obstante, esto contrasta con estudios como el de Seidel et al. (2022), en el que se sembró *U. ruziziensis* a los 21 DDS del maíz, y no reporta retrasos en el desarrollo de esta.

En el Cuadro 5 se puede observar que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se puede notar que la *U. brizantha* sembrada en el sistema de hilera simple de maíz tiende valores de cobertura del suelo más altos, aunque solo existen diferencias significativas en los datos tomados a los 116 y 130 DDC. Así mismo, a pesar de no haber diferencias significativas, la *U. brizantha* sembrada al corte del maíz tiene la media más alta.

No obstante, el tiempo de desarrollo de la *U. brizantha* es bastante lento en comparación con otros estudios de cobertura con la especie. Calhoun (2019) reporta un 56% de cobertura a los 56 DDS. Así mismo, Camasca (2007) reportó un 52.5% de cobertura a los 84 DDS, alcanzando hasta un 92% de cobertura a los 140 DDS, sin embargo, durante este experimento se hizo aplicación de fertilizantes al cultivo, lo cual podría explicar los altos niveles de desarrollo de la planta.

Cuadro 5

Porcentaje de cobertura del suelo de la Urochloa brizantha a 65, 74, 88, 116, 130 y 144 DDC, en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Porcentaje de cobertura de suelo					
	65 DDC	74 DDC	88 DDC	116 DDC	130 DDC	144 DDC
HD-26	7.63	13.27	19.65	30.37	36.68	37.39
HD-34	10.91	14.22	20.57	39.57	47.50	47.28
HD-44	14.45	13.79	19.70	35.82	44.64	48.72
HD-C	10.15	14.42	18.57	33.95	44.10	46.71
HS-26	13.19	19.32	21.96	38.54	44.44	45.39

Tratamientos	Porcentaje de cobertura de suelo					
	65 DDC	74 DDC	88 DDC	116 DDC	130 DDC	144 DDC
HS-34	9.98	14.11	21.60	40.65	46.37	45.20
HS-44	7.51	13.20	25.76	40.58	49.99	48.23
HS-C	14.86	18.41	25.54	44.33	52.79	55.51
Valor P	0.1236	0.4837	0.7489	0.7051	0.7396	0.5675
Arreglo						
Doble hilera	10.78	13.93	19.62	34.93 b	43.23 b	45.02
Hilera simple	11.38	16.26	23.72	41.02 a	48.40 a	48.58
Valor P	0.6408	0.0913	0.2210	0.0498	0.0280	0.2832
Tiempo de siembra de <i>U. brizantha</i>						
26	10.41	16.30	20.81	34.46	40.56	41.39
34	10.44	14.16	21.09	40.11	46.93	46.24
44	10.98	13.50	22.73	38.20	47.31	48.48
C	12.50	16.41	22.06	39.14	48.45	51.11
Valor P	0.8585	0.5504	0.9246	0.5646	0.3782	0.2530
Arreglo x Tiempo de siembra B						
Valor P	0.1236	0.4837	0.7489	0.7051	0.7396	0.5675
CV	49.85806	32.66255	29.31425	22.02763	21.05291	20.46372

Nota. Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Días después del corte del maíz (DDC). HD

(Hilera doble). HS (Hilera simple). Siembra al corte del maíz (C).

Rendimiento de la *Urochloa brizantha*

En el Cuadro 6 se puede observar que el rendimiento de la *U. brizantha* no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, al comparar los arreglos sí existió una diferencia significativa entre ellos, teniendo la *U. brizantha* sembrada en el arreglo de hilera simple del maíz un rendimiento más alto, similar a lo visto en el porcentaje de cobertura. Durante el corte de la *U. brizantha* se pudo observar una distribución agregada en el arreglo de hilera doble, reflejando que la semilla no había caído en medio de la doble hilera del maíz. Por otro lado, las plantas en la hilera simple se encontraban más uniformemente distribuidas, cubriendo la mayor parte de la unidad

experimental. Es posible que la distribución más uniforme permitió una mejor germinación, como se reflejó en el conteo de plantas, y desarrollo del cultivo.

Cuadro 6

Porcentaje de materia seca y rendimiento en materia fresca y seca de Urochloa brizantha tomado a los 180 DDC, en el experimento para evaluar Urochloa brizantha como cultivo de cobertura en asocio con maíz para ensilaje, en Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	% Materia seca	Rendimiento (t/ha)	
		Materia fresca	Materia seca
HD-26	24.24	11.463	2.750
HD-34	24.38	13.611	3.307
HD-44	23.99	13.315	3.147
HD-C	24.38	14.481	3.533
HS-26	24.85	24.115	6.013
HS-34	24.03	19.219	4.653
HS-44	23.36	22.396	5.227
HS-C	24.36	28.229	6.884
Valor P	0.7290	0.4882	0.4283
Arreglo			
Doble hilera	24.24	13.218 b	3.184 b
Hilera simple	24.15	23.490 a	5.694 a
Valor P	0.8545	0.0008	0.0005
Tiempo de siembra de <i>U. brizantha</i>			
26	24.54	17.789	4.382
34	24.20	16.425	3.980
44	23.68	17.855	4.187
C	24.37	21.355	5.209
Valor P	0.4754	0.3753	0.3381
Arreglo x Tiempo de siembra B			
Valor P	0.7290	0.4882	0.4283
CV	4.70484	30.99901	31.32554

Nota. Medias en la misma columna con diferente letra difieren significativamente ($P \leq 0.05$). HD (Hilera doble). HS (Hilera simple). Siembra

al corte del maíz (C).

Conclusiones

Dado que no hubo desarrollo de *U. brizantha* hasta el corte del maíz, esta no afectó el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.

La *U. brizantha* sembrada un día después del corte del maíz obtuvo una mayor densidad de plantas, mientras que la sembrada 34 días después de siembra del maíz obtuvo la densidad menor.

La *U. brizantha* sembrada en asocio con maíz en arreglo de hilera simple tuvo una mayor cobertura y rendimiento que la sembrada en el arreglo de hilera doble

Recomendaciones

Evaluar el asocio de otras especies de género *Urochloa* con maíz para ensilaje.

Evaluar la fijación de carbono en especies del género de *Urochloa* sembradas en asocio con maíz.

Repetir el experimento al inicio del invierno.

Referencias

- Alimuddin, S., Musa, Y., Azrai, M. y Asrul, L. (2020). Effect of double rows plant system on plant growth, yield components and grain yield in prolific and non-prolific hybrid maize. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473(1), 12013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012013>
- Anderson, L., Blanco, H. y Drewnoski, M. y MacDonald, J. (2021). *Can Cover Crops Offset the Negative Impacts of Corn Silage?* University of Nebraska-Lincoln. <https://cropwatch.unl.edu/2021/can-cover-crops-offset-negative-impacts-corn-silage>
- Bayer Crop Science. (2020). *Determining Corn Growth Stages*. <https://www.cropscience.bayer.us/articles/bayer/corn-growth-stages-and-gdu-requirements>
- Boddey, R., Rao, I. y Thomas, R. (1996). Nutrient Cycling and Environmental Impact of Brachiaria Pastures. En Miles, J., Maass, N., do Valle, C., Kumble, V. (Ed.), *Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement* (pp. 72–86). <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/b5b4c0bc-d963-4962-9121-f871c0493b4a/content>
- Bogges, M. (2016). *The Soil Ramifications of Continuous Corn Silage*. USDA – ARS. <https://www.midwestforage.org/pdf/983.pdf.pdf>
- Bravo, C. (1995). *Experiencia de sistemas de labranza en los Llanos Centrales*. I Curso sobre Sistemas de Labranza y Conservación de Suelos. II Taller Nacional de Sistemas de Labranza y conservación de Suelos.
- Calhoun, J. (2019). *Utilizing Inter-Seeding Techniques and Brachiaria Species as a Fall Cover Crop to Control Post-Harvest Amaranth* [Tesis]. Mississippi State University, Estados Unidos. <https://scholarsjunction.msstate.edu/td/4930>
- Camasca, E. (2007). *Instalación y manejo del pasto Brachiaria brizantha (Marandu) en terrenos degradados por plantaciones de coca en el distrito de Padre Felipe Luyando*. Universidad Nacional Agraria de la Selva de Perú. <https://www.scribd.com/document/414618712/Tesis-Pasto>
- Castilblanco, J. (2005). *Producción de biomasa, consumo y calidad de los pastos Brachiaria híbrido (Mulato 1) y Brachiaria decumbens en la Hacienda San Rafael, Bucay, Ecuador [Proyecto Especial de Graduación]*. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2f152064-3448-42ef-815f-9fbb8d014783/content>
- Easlson, H. (2015). *CanopyCover* (Versión 2.0) [Software de computación]. Heaslson. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.heaslson.canopycover>
- Espinal, F. (2024). La gestión sostenible del suelo en Honduras. *LaPrensa*. <https://www.laprensa.hn/opinion/columnas/la-gestion-sostenible-del-suelo-en-honduras-FH23171352>
- Galdos, M. V., Brown, E., Rosolem, C. A., Pires, L. F., Hallett, P. D. y Mooney, S. J. (2020). Brachiaria species influence nitrate transport in soil by modifying soil structure with their root system. *Scientific Reports*, 10(1), 5072. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61986-0>

- Hernández, D. (2019). *Evaluación del crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz en asocio con frijol y soya, bajo dos arreglos de siembra* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2ace215a-4604-4c05-bbcb-f068d5ede9e2/content>
- Intriago, D. y Torres, J. (2018). *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25090362-c248-41d8-bd98-8c0462a6e1b5/content>
- Khoiri, A. N., Costa, N. R., Crusciol, C. A. C., Pariz, C. M., Costa, C., Calonego, J. C., Castilhos, A. M. de, Souza, D. M. de, Lima Meirelles, P. R. de, Cru, I. V., Moretti, L. G., Bossolani, J. W. y Kuramae, E. E. (2025). Pigeon pea-mediated soil microbial shifts improve agroecosystem multifunctionality in long-term maize-palisade grass intercropping. *Environmental Microbiome*, 20(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s40793-025-00727-0>
- Martins, D., Jakelaitis, A., Pereira, L., Moura, L. y Guimaraes, K. (2019). Intercropping Between Corn and Urochloa brizantha Managed with Mesotrione Underdoses. *Planta Daninha*, 37, Artículo e019186923. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100056>
- Morales, B. (2022). *Producción y calidad poscosecha en híbridos de chile dulce (Capsicum annum L.) tipo Lamuyo, cultivados a campo abierto en Zamorano* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c74c5314-2c1d-49d0-a030-eeda85c89e1e/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point (SOLAW 2021)*. <https://doi.org/10.4060/cb7654en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *FAO advierte: tres cuartas partes de los suelos en América Latina y el Caribe están en riesgo*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/suelos-en-riesgo/es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Panel Técnico Intergubernamental de Suelos. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6ec24d75-19bd-4f1f-b1c5-5becf50d0871/content>
- Ortez, O. y Licht, M. (2024). *A Guide to Corn Growth and Development*. Ohio State University. <https://ohioline.osu.edu/factsheet/anr-0148>
- Oyola, J. (2006). *Impacto de genotipos de Brachiaria tolerantes a aluminio sobre la calidad de un Oxisol de Altilanura en el Meta, Colombia* [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. https://www.researchgate.net/profile/Jaumer-Ricourte-Oyola/publication/30757203_Impacto_de_genotipos_de_Brachiaria_tolerantes_a_aluminio_sobre_la_calidad_de_un_Oxisol_de_aitillanura_en_el_Meta_Colombia/links/568a74a808aebccc4e19faeb/Impacto-de-genotipos-de-Brachiaria-tolerantes-a-aluminio-sobre-la-calidad-de-un-Oxisol-de-aitillanura-en-el-Meta-Colombia.pdf

- Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
- Seidel, E. P., Mendes, L. A. y Stein, J. M. (2022). Corn Yield in Monoculture and Intercropped with Cover Plants and Aggregates Stability. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 4(2), 35–38. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.426>
- Sharifi, M., Salimi, K., Rosa, D. y Hart, M. (2024). Screening Cover Crops for Utilization in Irrigated Vineyards: A Greenhouse Study on Species' Nitrogen Uptake and Carbon Sequestration Potential. *Plants (Basel, Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/plants13141959>
- Sustainable Agriculture Network. (1998). *Managing Cover Crops Profitably*. *Journal of Roman Archaeology*. Sustainable Agriculture Network. <https://books.google.hn/books?id=6-k4AQAAIAAJ>
- Teasdale, J. (2004). Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas. En R. Labrada (Ed.), *Manejo de malezas para países en desarrollo*. <https://www.fao.org/4/y5031s/y5031s0d.htm#bm13>
- Vásquez, H., Santillán, B. y Gómez, J. (2016). Efecto de dos arreglos de siembra y variedades de maíz chala (*Zea mays* L.) en el rendimiento forrajero. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería*, 1(1). <https://doi.org/10.25127/UCNI.V111.90>
- Velásquez, J. y Cuesta P. (1990). Productividad animal de *Brachiaria decumbens* (Stapf) bajo pastoreo continuo con tres cargas en el piedemonte amazónico. *Livestock Research for Rural Development*, 2, Artículo 28. <https://www.lrrd.org/lrrd2/3/velasque.htm>
- Walia, M. y Kay, E. (2022). *Soil Cover - A Soil Health Principle*. University of Nevada. <https://extension.unr.edu/publication.aspx?PubID=4869>

Anexos

Anexo A

Distribución al azar de las diferentes unidades experimentales en el lote de Zona II, según el tiempo al que fue sembrada la Urochloa brizantha.

R4	26	C	34	44	44	C	34	26
R3	26	34	44	C	C	26	44	34
R2	34	C	44	26	34	C	44	26
R1	C	44	34	26	26	34	44	C