

## Evaluación del comportamiento de los cultivos de yuca, maíz y topocho bajo distintas asociaciones

Evaluation of the behavior of cassava, corn and topocho  
crops under different associations

Avaliação do comportamento de culturas de mandioca,  
milho e topocho sob diferentes associações

Ana María Colina, Juan Carlos Nava\*, Zulime Fátima  
Rodríguez, Elvis Portillo Páez, Julia Martínez Sthormes y  
Alfredo Faría

Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad del  
Zulia. Correo electrónico: (AC) acolina@fa.luz.edu.ve, (JB) jnava@fa.luz.edu.  
ve, (ID) (ZR) zuliro@fa.luz.edu.ve, (IE) (EP) eportillo@fa.luz.edu.ve, (IJ) (JM)  
jmartine@fa.luz.edu.ve, (IF) (AF) fariaalfredo@fa.luz.edu.ve (IF).

### Resumen

Los cultivos asociados representan una alternativa para hacer un uso eficiente de los recursos e incrementar los rendimientos por unidad de área y tiempo. Con el objetivo de evaluar el comportamiento del rubro yuca como monocultivo y su asociación con maíz y topocho bajo las condiciones agroecológicas de la hacienda Alto Viento 10°02" N y 71°34" O en el municipio La Cañada, estado Zulia, Venezuela. Los tratamientos fueron, monocultivos: yuca (T1); maíz (T2); topocho (T3) y las asociaciones de cultivos: yuca-maíz (T4) y yuca-maíz-topocho (T5). Las variables evaluadas fueron: rendimiento y los índices de eficiencia uso equivalente de la tierra (UET) y relación de equivalencia de área y tiempo (REAT). El rendimiento en raíces de yuca bajo monocultivo fue significativamente superior a su rendimiento bajo las asociaciones y se mantuvo constante en las asociaciones. Este comportamiento se repitió en los cultivos de maíz y topocho. El sistema de policultivo yuca-maíz registró un UET de 1,64; mientras que en la asociación yuca-maíz-topocho se obtuvo un UET de 2,54, con un rendimiento de 154 %. El REAT fue 0,97 para la asociación yuca-maíz y 1,88 en yuca-maíz-topocho. Se concluye que el cultivo de la yuca se podría establecer como monocultivo o asociado con los cultivos maíz y/o topocho como alternativa agrícola para hacer un uso eficiente de

Recibido el 13-12-2019 • Aceptado el 19-04-2020.

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: jnava@fa.luz.edu.ve

recursos. Se recomienda seguir realizando investigaciones sobre la evaluación del comportamiento de cultivos y sus distintas asociaciones.

**Palabras clave:** cultivos en asociación, rendimiento, eficiencia.

### Abstract

Associated crops represent an alternative to make efficient use of resources and increase yields per unit area and time. With the objective of evaluating the behavior of the yucca sector as monoculture and its association with corn and topocho under the agro-ecological conditions of the Alto Viento 10°02' N and 71°34' W hacienda in the municipality of La Cañada, Zulia state, Venezuela. The treatments were monoculture: cassava (T1); corn (T2); topocho (T3) and crop associations: cassava-corn (T4) and cassava-corn-topocho (T5). The variables evaluated were: yield and the land use equivalent efficiency indexes (UET) and area-time equivalence ratio (REAT). The yield in cassava roots under monoculture was significantly superior to its yield under the associations and remained constant in the associations. This behavior was repeated in corn and topocho crops. The cassava-corn polyculture system registered a UET of 1.64; while in the cassava-corn-topocho association, a UET of 2.54 was obtained, with a yield of 154 %. The REAT was 0.97 for the cassava-maize association and 1.88 for cassava-maize-topocho. It is concluded that cassava cultivation could be established as a monoculture or associated with corn and / or topocho crops as an agricultural alternative to make efficient use of resources. It is recommended to continue conducting research on the evaluation of the behavior of crops and their different associations.

**Key words:** association crops, yield, efficiency.

### Resumo

As culturas associadas representam uma alternativa para fazer uso eficiente dos recursos e aumentar a produtividade por unidade de área e tempo. Com o objetivo de avaliar o comportamento do setor da mandioca como monocultura e sua associação com milho e topocho nas condições agroecológicas das fazendas Alto Viento 10°02' N e 71°34' W no município de La Cañada, estado de Zulia, Venezuela. Os tratamentos foram monocultura: mandioca (T1); milho (T2); topocho (T3) e associações de culturas: mandioca-milho (T4) e mandioca-milho-topocho (T5). As variáveis avaliadas foram: produtividade e os índices de eficiência equivalente uso da terra (UET) e relação de equivalência de área e tempo (REAT). O rendimento em raízes de mandioca sob monocultura foi significativamente superior ao seu desempenho nas associações e permaneceu constante nas associações. Esse comportamento foi repetido nas culturas de milho e topocho. O sistema de policultura de mandioca e milho registrou uma UET de 1,64; enquanto na associação mandioca-milho-topocho, obteve-se UET de 2,54, com rendimento de 154 %. O REAT foi de 0,97 para a associação mandioca-milho

e 1,88 para mandioca-milho-topocho. Conclui-se que o cultivo da mandioca pode ser estabelecido como monocultura ou associado a culturas de milho e / ou topocho como alternativa agrícola para fazer uso eficiente dos recursos. Recomenda-se continuar a realizar pesquisas sobre a avaliação do comportamento das culturas e suas diferentes associações.

**Palavras-chave:** associação de culturas, produtividade, eficiência.

## Introducción

La asociación de cultivos o policultivos, es un sistema tradicional de las zonas tropicales y consiste en la plantación simultánea de dos o más cultivos en una misma superficie. Estos sistemas de producción son tan antiguos como la agricultura y tienen su origen en la denominada agricultura de subsistencia, que no es más que aquella actividad agrícola que busca el máximo aprovechamiento del terreno con la integración de diversas especies de plantas, plantas con animales y estas con el hombre (Gutiérrez *et al.*, 2007).

Entre las ventajas de la asociación de cultivos están: 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, reducción de la competencia de la maleza, los efectos dañinos de insectos y enfermedades, mayor estabilidad de producción, mejor aprovechamiento del espacio agrícola, obteniéndose la máxima eficiencia del sistema productivo y la mínima competencia interespecífica (Cenóz *et al.*, 2010).

## Introduction

The associated crops are a traditional system in tropical zones, based in the simultaneous planting of two or more crops on the same surface. These production systems are as old as agriculture and have their origin in the subsistence agriculture, which is nothing more than that agricultural activity that seeks maximum use of the land with the integration of various species of plants, plants with animals and these with man (Gutiérrez *et al.*, 2007).

Among the advantages of the crop association are: increase in productivity per unit area of polycultures with respect to monocultures, this management strategy allows to diversify production while guarantees a more efficient use of space, time and resources, reduction of weed competition, the damaging effects of insects and diseases, greater production stability, better use of agricultural space, obtaining the maximum efficiency of the production system and the minimum interspecific competition (Cenóz *et al.*, 2010).

In the world, the area cultivated with cassava in associated or intercropped crops is estimated in 46 % for Africa; 32 % for Asia; 21 % for America and 0.14 % for Oceania. In

Se estima que en el mundo la superficie cultivada con yuca en cultivos asociados o intercalados es de un 46 % para África; 32 % para Asia; 21 % para América y 0,14 % para Oceanía. En Colombia del total del área cultivada con musáceas, el 87 % se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales y apenas el 13 % como monocultivo tecnificado (FAOSTAT, 2016).

Arboleda *et al.* (2019) indicaron, que las metodologías y herramientas de innovación, han venido tomando fuerza como vía para buscar soluciones conjuntas, escalables y sostenibles a los diferentes problemas presentados; se requiere de la implementación de técnicas productivas, reducción de costos de producción, alternativas de producción, entre otros.

Por su parte, Cevallos *et al.* (2019) señalaron que producir alimentos sanos y diversos; surge a partir del reconocimiento y la valorización del saber acumulado; en ese sentido, lograr el aumento de la productividad sin producir un impacto negativo en los recursos naturales, fortaleciendo de paso los mecanismos de producción y la interacción socioeconómica, son algunos de los condicionamientos a los que se enfrentan los productores a la hora de decidir sobre la adopción de una tecnología específica en su práctica productiva.

Acevedo (2016) señaló que, al caracterizar los sistemas de producción tradicional en Tolima, Colombia, identificó como una modalidad de uso común los cultivos asociados transitorios que se establecen en terrenos a libre exposición solar y los

Colombia, while talking of musaceae, the 87 % is found as a traditional crop associated with coffee, cacao, cassava, and fruit trees and just 13 % as a technified monoculture of the full area (FAOSTAT, 2016).

Arboleda *et al.* (2019) indicated that innovation methodologies and tools have been gaining strength as a way to seek joint, scalable and sustainable solutions to the different problems presented; it requires the implementation of production techniques, reduction of production costs, alternatives, among others.

For their part, Cevallos *et al.* (2019) pointed out that producing healthy and diverse food; it arises from the recognition and valuation of accumulated knowledge. In this sense, achieving the increase in productivity without having a negative impact on natural resources, while also strengthening production mechanisms and socio-economic interaction, are some of the conditions producers face when deciding on the adoption of a specific technology in their productive practice.

Acevedo (2016) pointed out that, when characterizing the traditional production systems in Tolima, Colombia, he identified as a common use modality the transitory associated crops that are established in lands under free solar exposure and describes them as transitory crops in simultaneous association or relief, starting with maize (*Zea mays* L.), bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to which cassava (*Manihot esculenta* L.) is associated, with beans first being harvested (2-3 months), then maize

describe como cultivos transitorios en asociación simultánea o de relevo, comenzando con maíz (*Zea maíz* L.)- frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al que le asocian yuca (*Mahihot esculenta* L.), siendo cosechado primero el frijol (2 - 3 meses), luego el maíz (4 meses) y posteriormente la yuca (10 - 12 meses); antes de la cosecha de estos cultivos, se suele sembrar plátano (*Musa* AAB).

En este sentido, la asociación de cultivos podría generar beneficios económicos y productivos sobre todo al pequeño productor, permitiendo consolidar rubros de interés en el municipio mencionado. En este sentido el objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de los cultivos yuca, maíz y topocho como monocultivos y sus asociaciones entre ellos bajo condiciones agroecológicas del municipio La Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Hacienda "Alto Viento", ubicada en el km 68 de la vía a La Cañada de Urdaneta ubicada geográficamente 10°02' N y 71°34' O), sector Barranquitas, parroquia Potreritos del estado Zulia. La zona está clasificada dentro del bosque muy seco tropical (bms-T), con una elevación de 20 msnm. El relieve predominante es plano, formado por la deposición del Lago de Maracaibo (planicie del lago). La temperatura media anual oscila entre 28 y 29 °C, precipitación anual de 500 a 900 mm, con un régimen de distribución bimodal (CORPOZULIA, 2017).

(4 months) and later cassava (10 - 12 months). Before harvesting these crops, plantain (*Musa* AAB) is usually planted.

In this sense, the crop association could generate economic and productive benefits, especially for the small producer, allowing the consolidation of items of interest in the mentioned municipality. In this sense, the objective of this research was to evaluate the behavior of cassava, corn and topocho crops as monocultures and their associations between them under agro-ecological conditions in the municipality of La Cañada de Urdaneta, Zulia state, Venezuela.

## Materials and methods

The present work was developed in the "Alto Viento" farm, located at km 68 of the road to La Cañada de Urdaneta, geographically located 10°02' N and 71°34' W, Barranquitas sector, Potreritos parish, in the Zulia state. The area is classified within the very dry tropical forest (bms-T), with an elevation of 20 masl. The predominant relief is flat, formed by the deposition of Maracaibo Lake. The average annual temperature ranges from 28 to 29 °C, annual precipitation from 500 to 900 mm, with a bimodal distribution regime (CORPOZULIA, 2017).

Cassava cuttings (*M. esculenta*) cv. were used to establish the crops. Before, the material was selected from healthy and vigorous plants from production units located in the municipality, collected from the central portion of the stem, to obtain

Para el establecimiento de los cultivos se utilizaron estacas de yuca (*M. esculenta*) cv. Tempranita. El material se seleccionó de plantas sanas y vigorosas provenientes de unidades productivas ubicadas en el municipio, colectado de la porción central del tallo, para obtener estacas de 20 cm de largo cada una, con un mínimo de 3 yemas y a las cuales se les realizó en cada extremo un corte en bisel en cada extremo. Previo a la siembra el material se desinfectó sumergiéndolo por tres minutos en agua caliente a 56 °C.

La semilla de maíz (*Z. mays*) empleada fue Himeca 95, la cual es una variedad de grano amarillo y tusa blanca, con ciclo de 120 días. En el cultivo de topocho (*Musa ABB*) se utilizó como semilla vegetativa cormos de hijos “puyones” de topocho verde o criollo, de aproximadamente 1 kg. Los hijos puyones fueron separados de plantas madres de plantaciones de topocho sanas y se les cortó el pseudotallo unos 5 cm por arriba del cormo, para estimular la emisión de yemas laterales y acelerar la brotación. La siembra en sitio definitivo se realizó sobre camellones de 60 m de longitud, separados 1,5 m. El tamaño de las parcelas experimentales fue de 480 m<sup>2</sup>.

Los tratamientos quedaron establecidos: yuca sembrada a 1,5 m entre plantas y 1,5 m entre hileras; maíz con 1,5 m entre plantas y 1,5 m entre hileras y el topocho sembrado a 4 m entre plantas y 4 m entre hileras. La siembra de los cultivos asociados se efectuó en forma simultánea para los tratamientos y fue intercalada en

cuttings of 20 cm long each, with a minimum of 3 buds and to which they were made in each end a bevel cut at each end. Before sowing, the material was disinfected by immersing it for three minutes in hot water at 56 °C.

The corn seed (*Z. mays*) used was Himeca 95, which is a variety of yellow grain and white middle, with a 120-day cycle. In the sowing of topocho (*Musa ABB*) corms from “puyones” sons of green or creole topocho, weighing approximately 1 kg, were used as vegetative seed. The “puyon” offspring were separated from mother plants of healthy topocho plantations and the pseudostem was cut about 5 cm above the corm, to stimulate the emission of lateral buds and accelerate sprouting. Planting at the final site was carried out on ridges 60 m long, 1.5 m between plants. The size of the experimental plots was 480 m<sup>2</sup>.

Treatments were established: Cassava planted 1.5 m between plants and 1.5 m between rows; Maize with 1.5 m between plants and 1.5 m between rows and the top sown at 4 m between plants and 4 m between rows. The sowing of the associated crops was carried out simultaneously for the treatments and was intercropped in both cases. Cassava associated with corn, interspersed 1.5 m between plants and 1.5 m between rows for which, one cassava stake per hole was placed horizontally, 5 cm below the soil surface and at a distance of 1.5 m between rows and 1.5 m between plants, while four seeds per point were deposited from the corn, at a distance of 1.5 m between rows and plants. When the association

ambos casos; yuca asociada con maíz, intercalados 1,5 m entre plantas y 1,5 m entre hileras para lo cual, se colocó una estaca de yuca por hoyo en forma horizontal, 5 cm por debajo de la superficie del suelo y a una distancia de 1,5 m entre surcos y 1,5 m entre plantas, mientras que del maíz se depositaron cuatro semillas por punto, a una distancia de 1,5 m entre surcos y plantas. Cuando el tratamiento bajo asociación incluyó topocho, la yuca y el maíz se sembraron siguiendo el procedimiento descrito anteriormente y para el topocho se colocó un hijo por punto, a una distancia de 4 m entre plantas y 4 m entre hileras. De esta manera tanto las parcelas bajo monocultivo como las asociaciones tenían la misma densidad de plantas.

Se empleó un sistema de riego por gravedad con surcos y el riego se realizó 3 veces por semana durante los 270 días de evaluación. La primera fertilización se efectuó al mes de realizada la siembra, basada en el resultado del análisis de suelo, aplicando fórmula completa NPK (10-20-20, fertilizante sólido granulado) a razón de 20 g por planta de yuca; 10 g por planta de maíz y 100 g por planta de topocho, 15 días después se realizó una aplicación de 30 g de urea (46 % de N) para las plantas de yuca; 10 g para las plantas de maíz y 150 g para las plantas de topocho.

Para el control de malezas se empleó una desmalezadora o desbrozadora manual a gasolina y se realizó con una frecuencia quincenal durante el ensayo, de tal manera de disminuir la competencia por agua, luz, nutrientes y espacio

treatment included topocho, cassava and corn were cultivated following the procedure described above and for the topocho one plant per point was placed, at a distance of 4 m between plants and 4 m between rows. In this way, both the monoculture plots and the associations had the same plant density.

A furrow gravity irrigation system was used, and irrigation was carried out 3 times a week during the 270 days of evaluation. The first fertilization was carried out one month after planting, based on the results of the soil analysis, applying the complete NPK formula (10-20-20, granular solid fertilizer) at a rate of 20 g per cassava plant; 10 g per corn plant and 100 g per topocho plant, 15 days later an application of 30 g of urea (46 % N) was made for the cassava plants; 10 g for corn plants and 150 g for topocho plants.

To control weeds, a manual gasoline weed trimmer was used and it was carried out with a biweekly frequency during the test, in order to reduce competition for water, light, nutrients and space between plants. While, for pest and disease control, weekly tours were carried out to detect problems and apply the pertinent corrective measures. In this sense, the presence of termite was observed in cassava plants, whose damage was controlled with hot water, not representing economic damage.

At 120 days after sowing, the corn was harvested using the darkening of the stigmas of the female flowers (ear), their dryness to the touch and



entre plantas. Mientras que, para el control de plagas y enfermedades se realizaron recorridos semanales para detectar problemas y aplicar los correctivos pertinentes. En este sentido, se observó la presencia de comején en las plantas de yuca, cuyo daño fue controlado con agua caliente, no representando daño económico.

A los 120 días después de la siembra se realizó la cosecha del maíz utilizando como índice de cosecha el oscurecimiento de los estigmas de las flores femeninas (mazorca), su sequedad al tacto y así como el fácil desprendimiento de la mazorca. A los 210 días se realizó la cosecha de la yuca cuando se observó el cuarteado del terreno ubicado alrededor del cuello de la planta. Por último, se cosechó el topocho a los 84 días posterior a la aparición de la inflorescencia o 270 días posterior a la siembra y cuando la planta se dobló sobre su eje.

Durante la investigación se cuantificaron las variables:

Rendimiento del cultivo de yuca, maíz y topocho bajo monocultivos y de las asociaciones yuca-maíz y yuca-maíz-topocho.

Rendimiento (R): Se pesó la porción comercial de cada cultivo de todos los tratamientos, promediando luego los valores obtenidos. El rendimiento de la yuca corresponde al peso fresco de las raíces de tamaño comercial. El rendimiento del maíz corresponde al peso fresco de la espiga entera sin deshojar; mientras que del topocho se pesaron los racimos y cuantificaron el número de manos y el número de dedos. El rendimiento de los cultivos está expresado en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

the easy detachment of the ear as the harvest index. After 210 days, the cassava harvest was carried out when the cracking of the land located around the neck of the plant was observed. Finally, the topocho was harvested 84 days after the appearance of the inflorescence or 270 days after sowing and when the plant bent on its axis.

During the investigation the variables were quantified:

Yield of cassava, maize and topocho cultivation under monocultures and of the cassava-maize and cassava-maize-topocho associations.

Yield (R): The commercial portion of each crop of all treatments was weighed, then averaging the values obtained. Cassava yield corresponds to the fresh weight of commercial size roots. The corn yield corresponds to the fresh weight of the whole ear without defoliation; while from the topocho the bunches were weighed and the number of hands and fingers were quantified. The yield of the crops is expressed in  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

With the obtained yield values, the efficiency indices a) Equivalent Land Use (UET), described by Cenóz *et al.* (2010) and b) area and time equivalence relation (REAT) following the methodology described by Quiroz and Marín (2003).

Equivalent Land Use (UET): is an indicator that expresses the relative area of and cultivated in monoculture, necessary to obtain the same production as in the associations. For this evaluation, the Equivalent Land Use equation described by Cenóz *et al.* (2010) which establishes that the UET is the sum of two or more quotients,



Con los valores de rendimiento obtenidos se calcularon los índices de eficiencia a) uso equivalente de la tierra (UET), descrita por Cenóz *et al.* (2010) y b) relación de equivalencia de área y tiempo (REAT) siguiendo la metodología descrita por Quiroz y Marín (2003).

Uso Equivalente de la Tierra (UET): es un indicador que expresa el área relativa de tierra cultiva en monocultivo, necesaria para obtener la misma producción que en las asociaciones. Para esta evaluación se tomó la ecuación de Uso Equivalente de la Tierra descrita por Cenóz *et al.* (2010) que establece que, el UET es la suma de dos o más cocientes, según el número de cultivos que intervengan en la asociación, en donde cada cociente representa la relación entre la producción obtenida en la asociación y en el monocultivo, para cada una de las especies. La sumatoria de estos cocientes indica el UET del sistema, que representa la superficie relativa cultivada en monocultivo necesaria para obtener la misma producción que en la asociación.

$$UET = RRy + RRm + RRt = RYA / RYM + RMA / RMM + RTA / RTM$$

Donde:

RRy: representa los rendimientos relativos para la yuca,

RRm: representa los rendimientos relativos para el maíz,

RRt: representa los rendimientos relativos para el topocho,

RYA: representa los rendimientos obtenidos para la yuca en la asociación,

RMA: representa los rendimientos

according to the number of crops that join in the association, where each quotient represents the relationship between the production obtained in the association and in monoculture, for each one of the species. The sum of these quotients indicates the UET of the system, which represents the relative area cultivated in monoculture necessary to obtain the same production as in the association.

$$UET = RRy + RRm + RRt = RYA / RYM + RMA / RMM + RTA / RTM$$

Where:

RRy: represents the relative yields for cassava,

RRm: represents the relative yields for corn,

RRt: represents the relative yields for the topocho,

RYA: represents the yields obtained for cassava in the association,

RMA: represents the yields obtained for corn in the association,

RTA: represents the yields obtained for the topocho in the association,

RYM: represents the yields for cassava monoculture,

RMM: represents the yields obtained for the monoculture corn and

RTM: represents the yields obtained for the topocho monoculture.

The Area and Time Equivalence Ratio (REAT): is an index that introduces a correction factor to the preceding index, with the time periods required for the harvest of each species and the total duration of the associated cultivation was calculated as:

$$REAT = RRy \times FC1 + RRm \times FC2 + RRt \times FC3 = (RYA / RYM) \times (t1 / T) +$$

obtenidos para el maíz en la asociación,  
 RTA: representa los rendimientos obtenidos para el topocho en la asociación,

RYM: representa los rendimientos para el monocultivo yuca,

RMM: representa los rendimientos obtenidos para el monocultivo maíz y

RTM: representa los rendimientos obtenidos para el monocultivo topocho.

La Relación de Equivalencia de Área y Tiempo (REAT): es un índice que introduce un factor de corrección al índice precedente, con los lapsos de tiempo requeridos para la cosecha de cada especie y la duración total del cultivo asociado se calculó como:

$$\text{REAT} = \text{RRy} \times \text{FC1} + \text{RRm} \times \text{FC2} + \text{RRt} \times \text{FC3} = (\text{RYA}/\text{RYM}) \times (\text{t1}/\text{T}) + (\text{RMA}/\text{RMM}) \times (\text{t2}/\text{T}) + (\text{RTA}/\text{RTM}) \times (\text{t3}/\text{T})$$

Donde:

FC1, FC2 y FC3: representan el factor de corrección para la cosecha; reportado por Willey (1979).

t1: es el tiempo para la cosecha del monocultivo yuca,

t2: el correspondiente al monocultivo maíz,

t3: el correspondiente al monocultivo topocho y

T: la duración total de la asociación (270 días).

En todos los casos, valores de los índices mayores que la unidad indican ventajas de la asociación respecto a los monocultivos de referencia. Bajo el esquema experimental empleado si la competencia interespecífica en la asociación no afecta el rendimiento del cultivo principal, cualquier producción

$$(\text{RMA}/\text{RMM}) \times (\text{t2}/\text{T}) + (\text{RTA}/\text{RTM}) \times (\text{t3}/\text{T})$$

Where:

FC1, FC2 and FC3: represent the correction factor for the harvest; reported by Willey (1979).

t1: it is the time for the cassava monoculture harvest,

t2: the one corresponding to monoculture corn,

t3: the one corresponding to the monoculture topocho and

T: the total duration of the association (270 days).

In all cases, index values greater than unity indicate advantages of the association with respect to the reference monocultures. Under the experimental scheme used if the interspecific competition in the association does not affect the yield of the main crop, any production of the accompanying crop represents an extra benefit for the farmer.

The research was applied, which is described for generating knowledge and its main objective is to immediately solve the problem, based on knowledge and research results (Arias, 2006). The experimental design was in random blocks with five treatments: T1: monoculture cassava; T2: monoculture corn; T3: monoculture topocho; T4: cassava associated with corn and T5: cassava associated with corn and mole, with 2 repetitions per treatment. The distribution of treatments in the field was carried out randomly within each block and repetition. Each monoculture plot consisted of 5 planting threads, the cassava plot associated with maize 10

del cultivo acompañante representa un beneficio extra para el agricultor.

La investigación fue de tipo aplicada, que se describe por generar conocimientos y su objetivo principal es resolver de forma inmediata el problema, basada en conocimiento y resultados de la investigación (Arias, 2006). El diseño experimental fue en bloques al azar con cinco tratamientos: T1: yuca monocultivo; T2: maíz monocultivo; T3: topocho monocultivo; T4: yuca asociada con maíz y T5: yuca asociada con maíz y topocho, con 2 repeticiones por tratamiento. La distribución de los tratamientos en el campo, se realizó en forma aleatoria dentro de cada bloque y repetición. Cada parcela de monocultivo constaba de 5 hilos de siembra, la parcela de yuca asociada con maíz 10 hilos y la asociación yuca, maíz y topocho 13 hilos en el mismo espacio.

Para el análisis de los datos se utilizó la metodología de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 9.1, 2014), utilizando el programa Excel 2010 para elaborar la base de datos y elaboración de figuras.

## Resultados y discusión

### Rendimiento

Cada monocultivo presentó un comportamiento diferente con respecto a su cultivo bajo asociación. En el cuadro 1 se presenta el rendimiento absoluto, relativo y el uso equivalente de la tierra de los monocultivos y cultivos asociados, como puede

threads and the association cassava, maize and topocho 13 threads in the same space.

For the analysis of the data, the methodology of repeated measures over time was used through the PROC MIXED procedure of the SAS statistical package (Statistical Analysis System version 9.1, 2014), using the Excel 2010 program to elaborate the database and elaboration of figures.

## Results and discussion

### Performance

Each monoculture showed a different behavior regarding its cultivation under association. Table 1 shows the absolute and relative yield and the equivalent land use of monocultures and associated crops, as it can be observed that the yield in roots of cassava cultivation under monoculture was significantly higher than its yield in associated sowing, while that in both forms of association the performance was constant.

This result seems to indicate that the accumulation of reserve substances in the root was negatively affected by interspecific competition, which could be associated with competition by factors such as water, light and / or nutrients. Similar results were obtained by Schons *et al.* (2009) when evaluating the effect of the association of the Cassava and Corn crop on the yield and other growth parameters, the authors document how interspecific competition negatively affects all the growth and yield parameters of both crops.

observarse el rendimiento en raíces del cultivo de yuca bajo monocultivo fue significativamente superior a su rendimiento en la siembra asociada, mientras que en ambas formas de asociaciones el rendimiento se mantuvo constante.

When observing the behavior of corn under the associations (table 1), it can be detailed how, despite the absence of significant differences between them, with the increase in species per unit area, the yield of corn decreases. These results differ

**Cuadro 1. Rendimientos absolutos, o equivalente de la tierra en la evaluación del comportamiento de los cultivos de yuca, maíz y topocho bajo distintas asociaciones.**

**Table 1. Absolute yields, or equivalent of the land in the evaluation of the behavior of the cassava, corn and topocho crops under different associations.**

Cultivos	Rendimientos absolutos (kg.ha <sup>-1</sup> )			Rendimientos Relativos			UET
	Yuca	Maíz	Topocho	Yuca	Maíz	Topocho	
Yuca	10.665,6 <sup>a</sup>	-	-	1	-	-	1
Maíz	-	3.999,6 <sup>a</sup>	-	-	1	-	1
Topocho	-	-	7.500,0a	-	-	1	1
Yuca-Maíz	7.500,0b	3.777,4b	-	0,7	0,94	-	2
Yuca-Maíz-Topocho	7.500,0b	3.644,1b	7.000,0b	0,7	0,91	0,93	3

UET: Uso equivalente de la tierra.

UET: Equivalent use of land.

Este resultado parece indicar que la acumulación de sustancias de reserva en la raíz fue afectada negativamente por la competencia interespecífica, que pudiera estar asociada a la competencia por factores como agua, luz y/o nutrientes. Similares resultados fueron obtenidos por Schons *et al.* (2009) al evaluar el efecto de la asociación del cultivo de yuca y maíz sobre el rendimiento y otros parámetros del crecimiento, los autores documentan como la competencia interespecífica afecta

with those obtained by Gutiérrez *et al.* (2007) who, when evaluating the yield of corn under various types of associations, observed that increasing the number of species per unit area increases the yield of the corn crop by up to 10 %.

In this sense, Acevedo (1986) pointed out that it is traditional to plant the topocho under a system of association with cassava cultivation; when evaluating the behavior of the musaceae, he observed that in the system under association only

negativamente todos los parámetros de crecimiento y rendimiento de ambos cultivos.

Al observar el comportamiento del maíz bajo las asociaciones (cuadro 1) se puede detallar como a pesar de no existir diferencias significativas entre ellas, con el incremento de especies por unidad de superficie disminuye el rendimiento del maíz. Estos resultados difieren con los obtenidos por Gutiérrez *et al.* (2007) quienes, al evaluar el rendimiento del maíz bajo varios tipos de asociaciones, observaron que al aumentar el número de especies por unidad de superficie se incrementa el rendimiento del cultivo de maíz hasta un 10 %.

En este sentido, Acevedo (1986) señaló que es tradicional sembrar el topocho bajo sistema de asociación con el cultivo de yuca; al evaluar el comportamiento del topocho, observó que en el sistema bajo asociación solo se presentan ligeras reducciones en el rendimiento del topocho medido en masa del racimo durante las condiciones de verano, posiblemente como consecuencia de la competencia interespecífica por agua, luz y nutrientes.

Es importante discutir estos comportamientos, ya que la competencia cuando se da en detrimento de una o varias de las especies del arreglo interespecífico, es una condición indeseable que debe controlarse con el manejo independiente de los cultivos, empleando estrategias como el arreglo de las diferentes poblaciones, así como, sus arreglos espaciales y/o cronológicos, lo que significa

slight reductions in the topocho yield measured in cluster mass occur during summer conditions, possibly as a consequence of interspecific competition for water, light and nutrients.

It is important to discuss these behaviors, since competition when it occurs to the detriment of one or more of the species of the interspecific arrangement, is an undesirable condition that must be controlled with the independent management of the crops, using strategies such as the arrangement of the different populations, as well as their spatial and / or chronological arrangements, which means manipulating the structure of production systems, as recommended by Moreno (2007), when evaluating coffee productivity in interleaved systems.

The cassava-corn polyculture system registered a UET of 1.64, these values indicate that 64 % more per unit area of cassava and maize monocultures would be required to equalize the production of the same surface under association. The participation of corn in the total UET of the cassava-corn association was higher with 57 % compared to 43 % for cassava. On the other hand, in the cassava-maize-topocho association, a UET of 2.54 was obtained, with a yield of 154 % of production per unit area with respect to monocultures separately from cassava, maize, and topocho; the participation of the musaceae with 37 % was slightly higher than that of corn with 36 %, while cassava participates with just 27 % of the production in the association.

manipular la estructura de los sistemas de producción, tal como lo recomienda Moreno (2007), al evaluar la productividad del café en sistemas intercalados.

El sistema de policultivo yuca-maíz registró un UET de 1,64, estos valores indican que se requeriría 64 % más por unidad de superficie de los monocultivos de yuca y maíz para igualar la producción de la misma superficie bajo asociación. La participación del maíz en la UET total de la asociación yuca-maíz fue superior con 57 % con respecto al 43 % de la yuca. Por otra parte, en la asociación yuca-maíz-topocho se obtuvo un UET de 2,54, con un rendimiento de 154 % de producción por unidad de superficie con respecto a los monocultivos por separados de yuca, maíz, y topocho; la participación del topocho con 37 % fue ligeramente superior a la del maíz con 36 %, mientras que la yuca participa con apenas 27 % de la producción en la asociación.

Los valores de la REAT (cuadro 2) de las asociaciones yuca-maíz y yuca-maíz-topocho resultaron menores que los de la UET, este índice representa una estimación más realista de la eficiencia de la asociación por cuanto considera que la cosecha de las especies no fue simultánea. En la asociación yuca-maíz el valor por debajo de la unidad indica ineficiencia o desventaja en la asociación con respecto a los monocultivos; esto significa, que se requerirá 3 % más de superficie de la asociación para producir los mismos rendimientos que cada monocultivo por separado. Similares resultados fueron obtenidos

The values of the REAT (table 2) of the cassava-maize and cassava-maize-topocho associations were lower than those of the UET, this index represents a more realistic estimate of the efficiency in the association since it considers that the harvest of the species was not simultaneous. In the cassava-corn association, the value below unity indicates inefficiency or disadvantage in the association with respect to monocultures. This means that 3 % more association surface will be required to produce the same yields as each monoculture separately. Similar results were obtained by Araujo *et al.* (2017) who considered the cassava-corn association inefficient; in any case, in the cassava-maize-topocho association the REAT was greater than unity, indicating an advantage of 88 % of the association in the use of resources with respect to the reference monocultures.

It is interesting to highlight the changes in the relative participation of the species in the index values. Unlike in the UET, in the REAT cassava provided higher fractions than corn and the topocho remains constant. This is explained because in the calculation of the last index, the relative yield of cassava is multiplied by 0.78 (210 days / 270 days) while that of corn is multiplied by a factor of 0.44 (120 days / 270 days). Despite the fact that the topocho is a very strong competitor in relation to cassava and corn, the efficiency indices higher or very close to unity found

por Araujo *et al.* (2017) quienes consideraron ineficiente la asociación yuca-maíz; en todo caso, en la asociación yuca-maíz-topocho la REAT fue mayor que la unidad, indicando ventaja de 88 % de la asociación en el empleo de los recursos con respecto a los monocultivos de referencia.

in this work allow us to deduce that the simultaneous sowing of the crops was a positive practice that translated into advantages up to 88% in the cassava-corn-topocho association, considering that the REAT seems to be the most accurate index in this case.

**Cuadro 2. Rendimientos relativos (kg.ha<sup>-1</sup>) y relación de equivalencia de área y tiempo en la evaluación del comportamiento de los cultivos de yuca, maíz y topocho bajo distintas asociaciones.**

**Table 2. Relative yields (kg.ha<sup>-1</sup>) and relation of equivalence of area and time in the evaluation of the behavior of cassava, corn and topocho crops under different associations.**

Cultivos	Rendimientos Relativos x FC			
	Yuca	Maíz	Topocho	REAT
Yuca-Maíz	0,55	0,42	-	0,97
Yuca-Maíz-Topocho	0,55	0,4	0,93	1,88

REAT: Relación de equivalencia de área y tiempo.

REAT: Area and time equivalence ratio.

Es interesante destacar los cambios en la participación relativa de las especies en los valores de los índices. A diferencia de la UET, en la REAT la yuca aportó fracciones superiores a las del maíz y el topocho se mantiene constante. Ello se explica porque en el cálculo del último índice el rendimiento relativo de la yuca se multiplica por 0,78 (210 días/270 días) mientras que el del maíz se multiplica por un factor de 0,44 (120 días/270 días). A pesar de que el topocho es un competidor muy fuerte en relación con la yuca y el maíz, los índices de eficiencia mayores o muy cercanos a la unidad encontrados en este trabajo permiten deducir que la siembra

**Conclusions**

Interspecific competition affected the yield of cassava, maize and topocho crops in the different crop associations when compared with the yield of each species under the monoculture modality.

The indices used to estimate the efficiency in the use of resources by the associated crops showed advantages over the reference monocultures.

*End of English Version*



simultánea de los cultivos fue una práctica positiva que se tradujo en ventajas de hasta 88 % en la asociación yuca-maíz-topocho considerando que el REAT pareciera ser en este caso el índice más preciso.

## Conclusiones

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.

Los índices utilizados para estimar la eficiencia en el uso de los recursos por los cultivos asociados mostraron ventajas con respecto a los monocultivos de referencia.

## Literatura citada

- Acevedo, A. 2016. La multifuncionalidad de los sistemas tradicionales de producción de agricultores familiares en el sur del Tolima. Estudios de caso desde la multifuncionalidad y su aporte a la paz Bogotá, Colombia. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia - Corporación Universitaria Minuto de Dios - Agrosolidaria. 210 p.
- Acevedo, S. 1986. Comportamiento del clon Topocho Pelipita (*Musa* ABB) en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Agronon. Trop.* 36 (1-3):21-36.
- Araujo, A., J. Araujo, y S. Rocha. 2017. Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de Carnaúba em um argissolo no litoral norte do ceará sob condições de Sequeiro. *Essentia Sobral* 18(1):2-23.
- Arboleda, C., Montes, J., Correa, C., y Arias, C. 2019. Laboratorios de innovación social, como estrategia para el fortalecimiento de la participación ciudadana. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* 15(3): 130-139.
- Arias, F. 2006. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica 5ª edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. 143 p.
- Cenóz, P., A. Burgos y C. Balbi. 2010. La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA). *Horticultura Argentina* 29(69):18-25.
- Cevallos, M., F. Urdaneta y E. Jaimes. 2019. Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* 15(3): 172-185.
- CORPOZULIA. 2017. Municipios del estado Zulia. Corporación de Desarrollo de la Región Zulia. Venezuela. 84 p.
- FAOSTAT. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas en línea. Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=esr>. Fecha de consulta: noviembre de 2019.
- Gutiérrez, M., J. Galdamez, S. Mendoza y A. Martínez. 2007. Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos Maíz-frijol-calabaza en la frailesca, Chiapas, México. En: Actas del I seminario internacional de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicador. Alfredo Tolón Becerra, Xavier Lastra Bravo. Editor Universidad Almería. Chiapas, México. 155 p.
- Moreno, A. 2007. Productividad de café en sistemas intercalados, en sistemas de producción de café en Colombia. Ed. Blancocolor Ltda. Primera edición. Cenicafé. Chinchana, Colombia. 274 p.
- Quiroz, A. y D. Marín. 2003. Rendimiento - maíz (*Zea mays*) y quinchoncho (*Cajanus cajan*) con o sin fertilización. *Bioagro* 15(2):121-128.
- Schons, A., A. Streck, L. Storck, G. Guriol, A. Zanon, D. Garrido y B. Kraulich. 2009. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento,

desenvolvimento e produtividade.  
Bragantia, Campinas 68 (1): 155-167.

Wiley, R. 1979. Intercropping. Its  
importance and research needs part  
I. Competition and yield advantages.  
Field Crops Abstr. 32(1): 1-10.

Statistical Analysis System. SAS® 2014.  
User's Guide. Statistics.9.1.3 Versión.  
SAS Institute Inc. Cary.SAS help and  
Documentation. North Carolina.